

Estudo do impacto de diferentes condições de processo na textura de vegetais enlatados

Maria do Carmo Lopes Dias Osório de Aragão

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em

Engenharia Alimentar

Orientadores: Doutora Margarida Moldão

Especialista Ana Catarina Pereira da Rosa Martinho

Júri:

Presidente: Doutora Maria Luísa Lopes de Castro e Brito, Professora Auxiliar com Agregação no Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Vogais: Doutora Margarida Gomes Moldão Martins, Professora Auxiliar com Agregação no Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Doutor Vítor Manuel Delgado Alves, Professor Auxiliar no Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa

Agradecimentos

No desenvolvimento desta dissertação tive o contributo indispensável de muitas pessoas às quais quero expressar o meu sincero agradecimento:

À Professora Margarida Moldão pela ajuda e orientação durante a elaboração deste trabalho.

À Engenheira Ana Martinho por toda a ajuda, exigência e orientação nos últimos oito meses.

A toda a direção técnica da unidade fabril de Almeirim da Sumol+Compal, principalmente ao Engenheiro Nuno, Andreia e Vera pela ajuda durante as provas de sensoriais e companhia durante os ensaios no laboratório de desenvolvimento, à Engenheira Marina, Sónia Soares e Paula Matos pelo acompanhamento, ajuda e companhia durante as análises realizadas no laboratório de microbiologia.

À Sofia Macedo pela companhia, ajuda e disponibilidade durante os meses de estadia em Almeirim.

Sofia, Beatriz e Madalena sem as quais a digitalização dos resultados da análise sensorial seria mais trabalhoso e menos divertido.

À Benedita e à Carolina por todos os momentos vividos dentro e fora do Instituto Superior de Agronomia durante os últimos cinco anos.

E por último, mas não menos importantes todos os que tiraram um pouco do seu dia para me ajudarem na revisão deste trabalho.

Resumo

O presente trabalho teve como principais objetivos o estudo do impacto da origem geográfica, da temperatura de hidratação e da ausência de sal no líquido de cobertura na textura de vegetais de conserva produzidos pela Sumol+Compal Marcas S.A.

As diferentes variáveis de processo foram testadas em condições piloto, no laboratório de desenvolvimento de produtos da Sumol+Compal. Foram avaliados o impacto de três temperaturas de hidratação (40, 50 e 65°C) em três vegetais de diferentes origens - Feijão Branco, Feijão Preto e Grão de Bico, bem como o impacto da ausência de sal no líquido de cobertura nas características do produto final apertizado.

A variação da temperatura de hidratação permitiu concluir para os respectivos tempos de hidratação que a alteração da temperatura de 25 °C para 40 °C reduz em cerca de 50% o tempo de hidratação do vegetal, não se detetando diferenças significativas no tempo de hidratação para temperaturas entre 40°C e 65°C, apesar de para a temperatura de 65 °C a operação não atingir o rendimento desejado. A variação da origem geográfica apenas demonstrou ter um impacto significativo no Feijão Branco, em que a diferença no tempo de hidratação entre as duas origens foi de 27%.

A avaliação sensorial da textura de vegetais demonstrou que nem a origem nem a temperatura de hidratação têm um impacto significativo na textura percebida pelos provadores. Também a presença de sal no líquido de cobertura não influencia esta característica, apesar de ser detetado um impacto nas características do líquido de cobertura, mais precisamente no aumento da viscosidade deste.

Tendo em conta os resultados obtidos e as principais vantagens e desvantagens encontradas no decorrer deste trabalho não aconselharia a empresa a fazer alterações na sua linha de fabrico uma vez que as alterações estudadas não apresentam nenhuma alteração benéfica na textura do vegetal apertizado.

Palavras-Chave: Feijão Branco; Feijão Preto; Grão de Bico; Hidratação de Vegetal; Textura;

Abstract

This work studies the impact of the geographic origin, hydration temperature and the absence of salt in the covering liquid in the texture of canned vegetables produced by Sumol+Compal Marcas S.A.

The different variables of this process were tested in standard conditions, at Sumol+Compal's product development laboratory. It was studied the impact of three hydration temperatures (40, 50, and 65 °C) in three vegetables with different origins – White Beans, Black Beans, and Chickpeas -, as well as the impact of the absence of salt in the covering liquid in the characteristics of the final appertized product.

The variation of the hydration temperature allowed us to conclude that, in conformity with the corresponding hydration times, changing the temperature from 25 °C to 40 °C reduces the hydration time of the vegetal by around 50%, whereas by changing the temperatures from 40 to 65 °C there was no significant change in the hydration time, but it was noticeable that, for the temperature of 65 °C, the process wasn't fully efficient. The variation in geographic origin only showed to have a significant impact for the White Beans, for which the difference in hydration time between the two origins was 27%.

The sensory analysis of the vegetables textures showed that neither origin nor hydration temperature had a significant impact in the perceived texture for the tasters. The presence of salt in the covering liquid did not influence this aspect either, but it was detected an impact in characteristics of the covering liquid, namely, the increase of its viscosity.

Taking into account the results and main advantages and disadvantages found during this work, I would not advise Sumol+Compal to make any alterations in their production line, since neither of the tested changes would bring any beneficial changes to the appertized vegetable's texture.

Keywords: Navy Bean; Black Bean; Chick Peas; Vegetable Hydration; Texture;

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| Lista de Figuras..... | vi |
| Lista de Tabelas..... | x |
| 1 Contextualização e objectivos | 1 |
| 2 Enquadramento Geral | 3 |
| 2.1 O Consumo de Leguminosas a Nível Mundial..... | 3 |
| 2.2 Vegetais em Estudo | 5 |
| 2.2.1 Grão de bico | 5 |
| 2.2.2 Feijão | 7 |
| 2.3 Formas de Preparação, Conservação e Comercialização de Feijão e Grão de Bico 10 | |
| 3 A Produção de Vegetais em Conserva..... | 12 |
| 3.1 Diagrama de Processo..... | 12 |
| 3.2 Fatores que Influenciam a Textura do Vegetal em Conserva | 17 |
| 3.2.1 Matéria-prima..... | 17 |
| 3.2.2 Processo Produtivo | 18 |
| 3.2.3 Líquido de Cobertura..... | 20 |
| 4 Análise Sensorial..... | 21 |
| 5 Materiais e Métodos | 24 |
| 5.1 Matérias-Primas | 24 |
| 5.2 Metodologia de Teste..... | 24 |
| 5.2.1 Estudo do Efeito da Temperatura de Hidratação na Qualidade do Grão de Bico e Feijão em Conserva | 24 |

| | | |
|-------|---|----|
| 5.2.2 | Estudo do Impacto da Presença de Sal no Líquido de Cobertura da Conserva | 26 |
| 5.3 | Métodos Analíticos | 26 |
| 5.3.1 | Análises Microbiológicas | 26 |
| 5.3.2 | Controlo Físico-químico | 27 |
| 5.3.3 | Análise Sensorial | 28 |
| 5.4 | Análise Estatística | 29 |
| 6 | Resultados e Discussão | 30 |
| 6.1 | Estudo do Efeito da Temperatura de Hidratação na Qualidade do Grão de Bico e Feijão em Conserva | 30 |
| 6.1.1 | Feijão Branco | 30 |
| 6.1.2 | Feijão Preto | 36 |
| 6.1.3 | Grão de Bico | 42 |
| 6.2 | Estudo do Impacto da Presença de Sal no Líquido de Cobertura da Conserva | 48 |
| 6.2.1 | Feijão Branco | 48 |
| 6.2.2 | Feijão Preto | 50 |
| 6.2.3 | Grão de bico | 51 |
| 7 | Conclusões | 54 |
| 8 | Referências | 56 |
| | Anexos | 63 |
| | Anexo I – Controlo Físico-químico | 63 |
| | Anexo II – Ficha de Prova | 67 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 - Consumo Mundial aparente, per capita, de leguminosas (1991 – 2011) (FAO)..... | 3 |
| Figura 2 – Consumo aparente per capita de leguminosas nos cinco continentes. Dados referentes a 2011 (FAO)..... | 4 |
| Figura 3 - Evolução do consumo de leguminosas per capita em Portugal. (FAO) | 4 |
| Figura 4 - Produção Mundial de grão de bico, em toneladas, entre 1994 e 2014 (FAO)..... | 6 |
| Figura 5 – Dispersão da produção mundial de grão de bico pelos cinco Continentes. Dados referentes a 2014. (FAO)..... | 6 |
| Figura 6 - Produção de grão de bico, em toneladas, nos cinco principais países produtores. Dados referentes a 2014 (FAO) | 7 |
| Figura 7 - Exemplos de variedades comerciais de feijão Fonte: (Lenzi, s.d.)..... | 8 |
| Figura 8 -Produção mundial de feijão 1994-2014 (FAO)..... | 9 |
| Figura 9 - Dispersão da produção mundial de feijão pelos diferentes continentes. Dados referentes a 2014 (FAO)..... | 9 |
| Figura 10 – Quantidade produzida, em toneladas, pelos cinco países principais produtores de feijão no mundo. Dados referentes a 2014. (FAO) | 9 |
| Figura 11 - Morfologia do Feijão. Fonte: (Debouck & Hidalgo, 1986)..... | 11 |
| Figura 12 - Exemplo do aspeto do vegetal com gorgulho | 11 |
| Figura 13 - Diagrama de processo de produção de vegetais em conserva..... | 12 |
| Figura 14 - Representação da célula vegetal. | 20 |
| Figura 15 - Hidratação a quente de Feijão Branco | 24 |
| Figura 16 - Hidratação a frio de Feijão Preto | 24 |
| Figura 17 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão branco da Argentina para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$)..... | 31 |

| | |
|--|----|
| Figura 18 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão branco do Egito para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$)..... | 31 |
| Figura 19 - Resultados obtidos para a avaliação microbiológica das águas de hidratação do Feijão Branco | 32 |
| Figura 20 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão branco Argentina após um mês da data de produção | 34 |
| Figura 21 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Argentina após três meses da data de produção | 34 |
| Figura 22 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão branco Egito após um mês da data de produção..... | 35 |
| Figura 23 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Egito após três meses da data de produção | 36 |
| Figura 24 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão preto da Argentina para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 37 |
| Figura 25 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão preto da China para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$) | 37 |
| Figura 26 - Resultados obtidos para a avaliação microbiológica das águas de hidratação do Feijão Preto..... | 38 |
| Figura 27 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão preto Argentina após um mês da data de produção..... | 40 |
| Figura 28 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão preto Argentina após três meses da data de produção | 41 |
| Figura 29 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão preto China após um mês da data de produção | 41 |

| | |
|--|----|
| Figura 30 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão preto China após três meses da data de produção | 42 |
| Figura 31 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do Grão de bico da Argentina para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$)..... | 43 |
| Figura 32 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do Grão de bico dos EUA para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 43 |
| Figura 33 - Resultados obtidos para a avaliação microbiológica das águas de hidratação do Grão de bico..... | 44 |
| Figura 34 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico da Argentina após um mês da data de produção. | 46 |
| Figura 35 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico da Argentina após três meses da data de produção. | 46 |
| Figura 36 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico dos EUA após um mês da data de produção..... | 47 |
| Figura 37 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico dos EUA após três meses da data de produção | 48 |
| Figura 38 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Argentina, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura | 49 |
| Figura 39 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Egito, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura | 49 |
| Figura 40 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão preto Argentina, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura | 50 |
| Figura 41 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão preto China, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura..... | 51 |
| Figura 42 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico Argentina, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura | 52 |

| | |
|--|----|
| Figura 43 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico EUA, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura..... | 52 |
|--|----|

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Composição Nutricional do grão de bico cru e depois de cozido. | 5 |
| Tabela 2 - Composição Nutricional do feijão cru e cozido. | 8 |
| Tabela 3 - Tempo de hidratação de vegetais secos. | 14 |
| Tabela 4 - Vegetais e Origens em Estudo | 24 |
| Tabela 5 - Condições de Teste..... | 25 |
| Tabela 6 -Meios de Incorporação e Condições de incubação em estufa para os testes microbiológicos efetuados. | 27 |
| Tabela 7 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Branco Argentina. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 33 |
| Tabela 8 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Branco Egípto. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 33 |
| Tabela 9 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Preto Argentina. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 39 |
| Tabela 10 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Preto China. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 39 |
| Tabela 11 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Grão de bico Argentina. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 45 |
| Tabela 12 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Grão de bico EUA. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$). | 45 |

1 CONTEXTUALIZAÇÃO E OBJECTIVOS

A produção de vegetais em conserva é um processo difundido em todo o mundo sendo uma das principais formas de consumo de vegetais, tanto pela conveniência, por o produto final estar preparado para ser consumido, como pelo elevado tempo de conservação do produto final.

A indústria alimentar vive em constante evolução a nível tecnológico, o que promove uma melhoria dos processos e dos produtos alimentares. Existem, no entanto, aspetos determinantes para a qualidade dos produtos que vão além da tecnologia e que podem influenciar, em grande medida, parâmetros como o seu sabor e a textura, como é o caso, entre outros, de diferentes condições de processamento e armazenamento, características físico-químicas e a sua origem

O presente estudo foi desenvolvido na Unidade Fabril de Almeirim da Sumol+Compal Marcas, S.A. e decorreu da necessidade identificada pela empresa em aprofundar o conhecimento sobre o modo como determinadas condições de processo influenciam a textura do vegetal em conserva. Assim sendo, os objetivos deste estudo são o impacto da origem, temperatura de hidratação e do teor de sal no líquido de cobertura na textura de vegetais enlatados.

De entre as variedades de vegetal enlatado produzidas pela empresa foram selecionadas aquelas que estão mais frequentemente associadas a problemas de textura, quer pelo amolecimento, quer pelo enrijecimento excessivo depois do processo de esterilização. Foram elas o feijão branco, o feijão preto e o grão de bico.

É do conhecimento da empresa que estes problemas de textura se podem dever à combinação de fatores tão distintos como a origem do vegetal, o estado de maturação, o tempo e a temperatura de hidratação do vegetal seco, a temperatura e o tempo do processo de branqueamento, eventuais tempos de espera em linha, assim como a composição do líquido de cobertura.

Uma vez que a avaliação de todos os fatores acima descritos representa um trabalho exaustivo, foram selecionadas três dessas condições para o presente estudo: a temperatura do banho de hidratação, a origem do vegetal e ainda o teor de sal no líquido de cobertura.

A Sumol+Compal é atualmente a empresa líder no mercado de bebidas não alcoólicas em Portugal, está sediada em Carnaxide e detém vários centros de distribuição e as suas unidades industriais localizam-se em Portugal, Moçambique e Angola. A S+C exporta os

produtos das suas marcas para mais de 70 países, inserindo-se o seu negócio essencialmente na produção de bebidas de alta rotação, como sumos, néctares e refrigerantes de fruta, águas e cervejas e ainda na produção de vegetais enlatados e derivados de tomate e prestação de serviços de enchimento.

A Sumol+Compal tem como missão ser uma empresa de referência internacional em bebidas de fruta e de vegetais, consolidar a liderança nas bebidas não alcoólicas e desenvolver a melhor rede de distribuição ao canal Horeca, em Portugal e, alcançar posições de destaque em vegetais preparados em alguns mercados.

A principal motivação para a realização da presente dissertação inserida num estágio curricular foi o poder ter contacto com a indústria alimentar de modo a complementar os conhecimentos teóricos aprendidos nas unidades curriculares de uma forma mais prática e focada na realidade das empresas nacionais, conseguindo deste modo a aquisição de novas competências técnicas e profissionais.

2 ENQUADRAMENTO GERAL

No sentido de melhor compreender os parâmetros que influenciam a textura dos vegetais em conserva, foi realizado um estudo preliminar da bibliografia existente que abordasse fatores como a variedade e origem das matérias-primas vegetais, as diferentes condições de processo, a temperatura de hidratação e a presença de sal na conserva.

2.1 O Consumo de Leguminosas a Nível Mundial

O consumo de leguminosas é uma das principais fontes de proteína vegetal no mundo principalmente nos países em desenvolvimento. Este tipo de alimentos tem tido um aumento no comércio internacional devido às suas propriedades nutricionais, que a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO) prevê que se mantenha nos próximos anos.

Uma vez que o consumo de leguminosas é um dado difícil de calcular a FAO apresenta uma estimativa para o consumo anual aparente calculada através da variação da quantidade disponível presente no mercado interno de um dado país (Equação 1). (Instituto Nacional de Estatística, 2010)

$$\text{Consumo Aparente} = \text{Produção} - \text{Exportação} + \text{Importação} + \Delta \text{Stocks} \quad (1)$$

O consumo aparente mundial tem tido pequenas oscilações entre 1991 e 2011, sendo que em 2011 o consumo aparente anual era de 2,48 kg/capita (Figura 1).

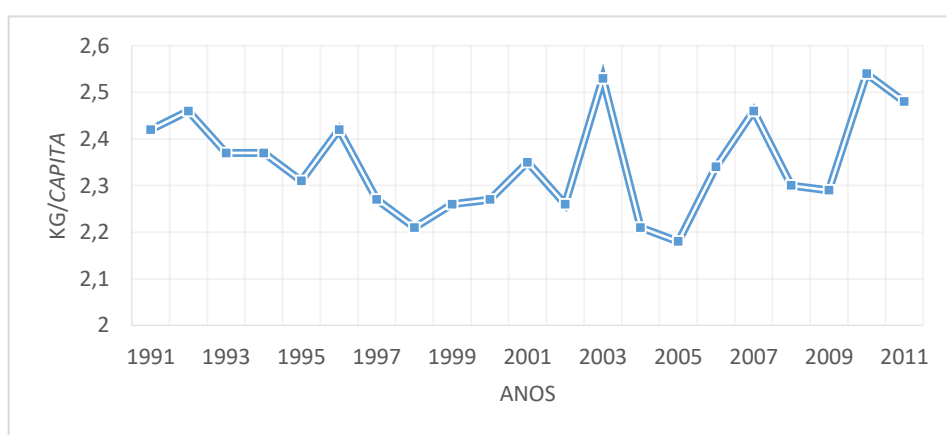


Figura 1 - Consumo Mundial aparente, per capita, de leguminosas (1991 – 2011) (FAO)

A Figura 2 apresenta o consumo aparente nos cinco continentes, sendo que o que tem maior consumo aparente anual é o Americano com 6,82 kg/capita, muito devido à quantidade consumida pela América do Sul, onde se inserem três dos cinco países com maior consumo anual *per capita*. Ao continente Americano segue-se o continente Africano, com um consumo de 3,44 kg/capita.

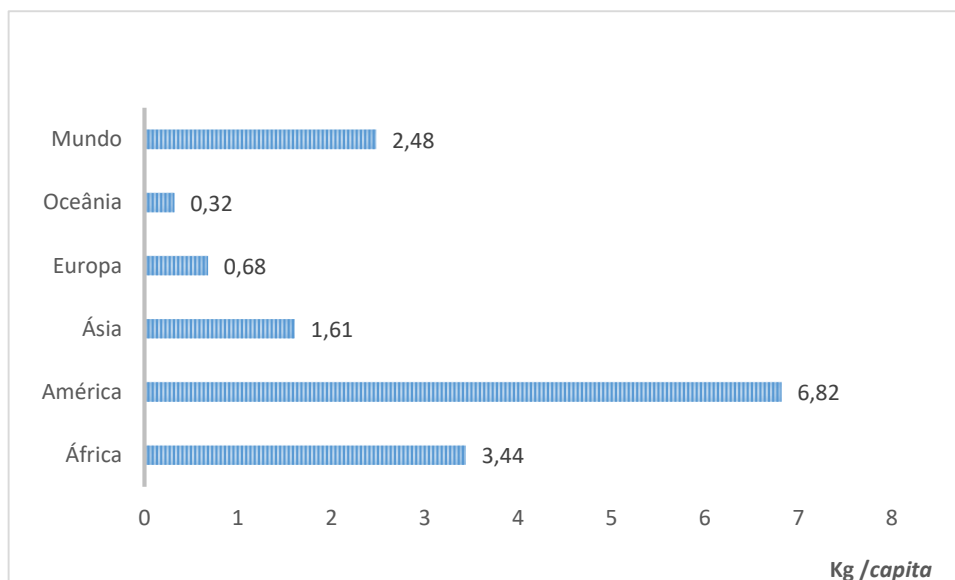


Figura 2 – Consumo aparente per capita de leguminosas nos cinco continentes. Dados referentes a 2011 (FAO)

Os países onde existe um consumo aparente maior são o Ruanda, Brasil, Cuba, El Salvador e os Camarões. De salientar que o Ruanda apresenta um consumo aparente anual de 27kg/capita.

Segundo os dados da FAO (Figura 3) o consumo de leguminosas em Portugal tem vindo a diminuir na última década, sendo que 1992 foi o ano em que houve um maior consumo aparente de cerca de 3,85 Kg/capita, ao contrário do verificado em 2011 em que o consumo aparente foi cerca de 2,17Kg/Capita.

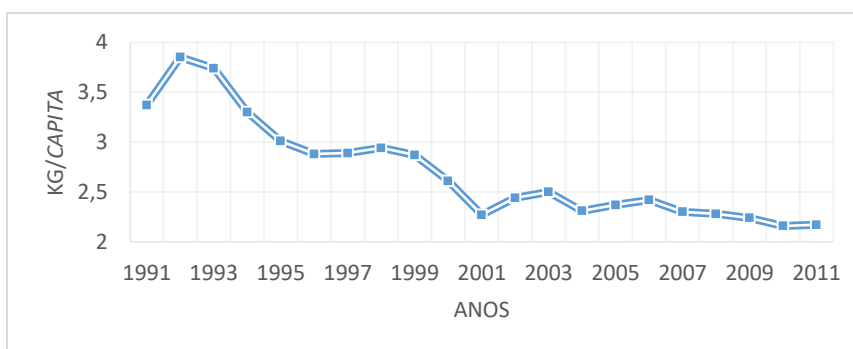


Figura 3 - Evolução do consumo de leguminosas per capita em Portugal. (FAO)

De entre as leguminosas vendidas como vegetal seco a mais consumida em Portugal é o Feijão Branco, seguindo-se o Feijão Catarino e o Grão de bico com 21%, 18% e 18% do vegetal seco vendido em 2010. De acordo com The Nielsen Company (2011) o consumo de vegetais em conserva aumentou 5% em 2010, salientando-se um aumento de 6% na compra de conservas em lata em Portugal entre 2009 e 2010, que corresponderam a 72% dos vegetais em conserva adquiridos em 2010.

2.2 Vegetais em Estudo

2.2.1 Grão de bico

O grão de bico (*Cicer arietinum* L.) é a segunda leguminosa mais consumida no mundo (Gaur *et al.*, 2014) por ser considerado uma excelente fonte proteica (Frias *et al.*, 2000) e de vitaminas, como a tiamina e niacina, e de minerais, como o cálcio, magnésio, zinco, potássio, ferro e fósforo (Attia *et al.*, 1994; INSA) (Tabela 1). Assim sendo, poderá ter efeitos benéficos ao nível da patologia do foro digestivo e cardiovascular, assim como na Diabetes Mellitus tipo II e nalguns tipos de cancro. (Junkati *et al.*, 2012).

Tabela 1 - Composição Nutricional do grão de bico cru e depois de cozido.

| Composição Grão de bico (100g) | Cru | Cozido |
|--------------------------------|------|--------|
| Energia [kJ] | 1490 | 545 |
| Energia [kcal] | 354 | 130 |
| Gordura total [g] | 5 | 2,1 |
| Hidratos de Carbono totais [g] | 51,4 | 16,7 |
| Amido [g] | 45,2 | 15,1 |
| Proteína [g] | 19 | 8,4 |
| Fibra alimentar [g] | 13,5 | 5,1 |
| Tiamina [mg] | 0,41 | 0,1 |
| Cálcio (Ca) [mg] | 140 | 46 |
| Niacina [mg] | 1,9 | 0,7 |
| Vitamina B6 [mg] | 0,5 | 0,14 |
| Folatos [µg] | 180 | 54 |
| Ferro (Fe) [mg] | 6,3 | 2,1 |

Apesar de o grão de bico ser uma excelente fonte de proteína vegetal o seu principal componente é o amido, que é a fonte mais importante de glúcidos na alimentação humana. Este é um polissacárido de reserva, insolúvel em água fria, constituído por amilose e amilopectina que difere na forma, tamanho, composição e cristalinidade consoante a sua origem vegetal. A principal modificação existente neste composto é a gelatinização, processo

que ocorre a temperaturas elevadas, entre 61-74°C para o grão de bico, em que existe perda da função estrutural devido à quebra das pontes de hidrogénio estabilizadoras da estrutura cristalina interna do grânulo. O amido presente nas leguminosas tem uma biodisponibilidade reduzida, que é atribuída a diversos fatores como os elevados teores de amilose (30-35%), cristalinidade do tipo C, fortes interações entre as cadeias de amilose. Um outro fator importante é a existência de grânulos resistentes à expansão e rotura durante o processamento térmico, que se deve ao facto de a rigidez das paredes celulares impedir o seu intumescimento e dispersão (Polesi, 2009).

Atualmente, são reconhecidos dois subtipos diferenciados de grão de bico: o tipo Kabuli, principalmente consumido na região mediterrânea, cujo grão de bico apresenta cor creme e um calibre variável entre grande e médio, e o tipo Desi, presente no sudeste Asiático, apresentando coloração preta ou amarela e uma superfície mais rugosa e menor calibre que o tipo anterior (Fratianni *et al.*, 2014).

A produção mundial de grão de bico duplicou nos últimos dez anos, como é possível ver na Figura 4, tendo sido produzidas, em 2014, cerca de 14 milhões de toneladas. A produção de grão de bico tem uma dispersão entre os vários continentes muito desigual, uma vez que o principal continente produtor, o Asiático, tem uma produção de oito milhões de toneladas seguindo-se o continente Africano que apenas produz 0,4 milhões de toneladas, o que corresponde a 87% e a 4,4% da produção mundial, respetivamente (Figura 5).

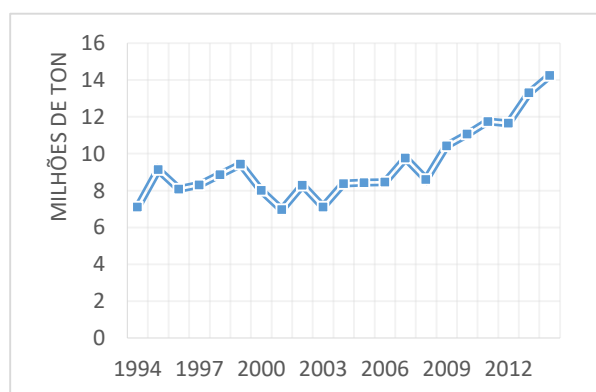


Figura 4 - Produção Mundial de grão de bico, em toneladas, entre 1994 e 2014 (FAO)

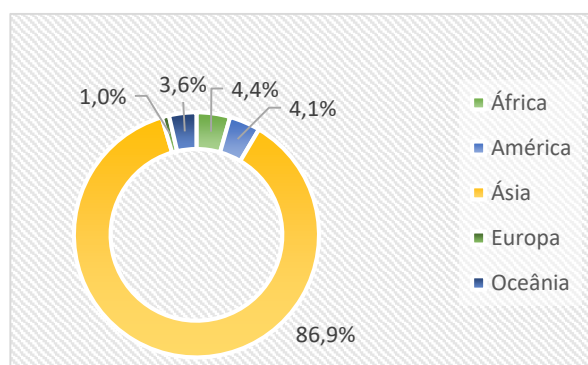


Figura 5 – Dispersão da produção mundial de grão de bico pelos cinco Continentes. Dados referentes a 2014. (FAO).

Relativamente aos principais países produtores de grão de bico destaca-se a Índia, com cerca de 6,3 milhões de toneladas, seguindo-se o Paquistão com 600 mil toneladas. Estes valores correspondem, respetivamente, a 44% e a 4% da produção mundial (Figura 6). A produção na Argentina e nos Estados Unidos da América (origens em estudo) em 2014 foi cerca de 53

e 127 milhares de toneladas valores que correspondem a 0,4% e a 0,9% da produção mundial, respectivamente.

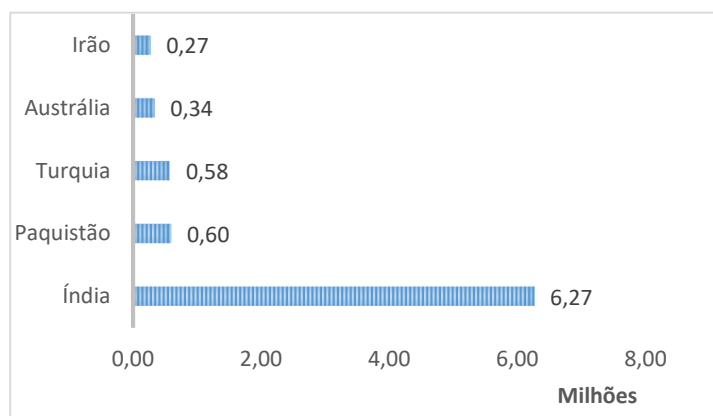


Figura 6 - Produção de grão de bico, em toneladas, nos cinco principais países produtores. Dados referentes a 2014 (FAO)

2.2.2 Feijão

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das leguminosas mais consumidas mundialmente. Este vegetal apresenta características muito distintas a nível físico e químico entre as diferentes variedades (Barros & Prudencio, 2016). Estas diferenças devem-se a fatores intrínsecos de cada variedade, a fatores extrínsecos como o tipo de solo, práticas agrícolas, a fatores climáticos e fatores tecnológicos (González *et al.*, 2006).

O feijão tem vindo a ganhar importância como alimento funcional devido aos seus benefícios para a saúde e prevenção de doenças. O consumo de feijões está associado a uma diminuição do risco de diabetes, obesidade, doenças cardiovasculares e em cânceros do colon, próstata e mama. Estes benefícios estão relacionados com a quantidade de fibra e amido (principais constituintes), capacidade de regular o índice glicémico e as funções gastrointestinais bem como as suas propriedades funcionais devido à presença de compostos fenólicos e proteínas (Tabela 2) (De Ron *et al.*, 2015; INSA).

Tabela 2 - Composição Nutricional do feijão cru e cozido.

| Composição Feijão Branco (100g) | Cru | Cozido |
|---------------------------------|------|--------|
| Energia [kJ] | 1340 | 432 |
| Energia [kcal] | 318 | 103 |
| Gordura total [g] | 1,4 | 0,5 |
| Hidratos de Carbono totais [g] | 43,9 | 14,6 |
| Amido [g] | 37,5 | 13,3 |
| Proteína [g] | 21 | 6,6 |
| Fibra alimentar [g] | 22,9 | 6,7 |
| Tiamina [mg] | 0,35 | 0,1 |
| Cálcio (Ca) [mg] | 180 | 65 |
| Niacina [mg] | 1,2 | 0,6 |
| Vitamina B6 [mg] | 0,35 | 0,12 |
| Folatos [µg] | 300 | 43 |
| Ferro (Fe) [mg] | 6,1 | 2,1 |

As variedades comerciais de feijão mais difundidas no mercado são o feijão branco, feijão catarino, feijão encarnado, feijão frade, feijão manteiga e o feijão preto (Figura 7). Estas apenas diferem no tamanho, cor e composição nutricional exceto o feijão frade que também difere na espécie botânica sendo uma *Vigna unguiculata* L. e não uma *Phaseolus vulgaris* L. (Souza, 2003). O tamanho da semente é uma característica que depende mais da variedade do que das condições de cultivo, enquanto que o teor em proteínas é mais influenciado pelas condições ambientais (Palma, 2002).



Figura 7 - Exemplos de variedades comerciais de feijão
Fonte: (Lenzi, s.d.)

A produção mundial de feijão teve nos últimos dez anos um crescimento muito acentuado (Figura 8), tendo sido produzido em 2014 um total de cerca de 25 milhões de toneladas. (Food and Agriculture Organization, 2014). A produção está dividida pelos vários continentes, os dados indicam que 44% da produção mundial tem origem asiática, enquanto que na Oceânia são apenas produzidos 0,2% da produção mundial (9 e 0,04 milhões de toneladas) (Figura 9).

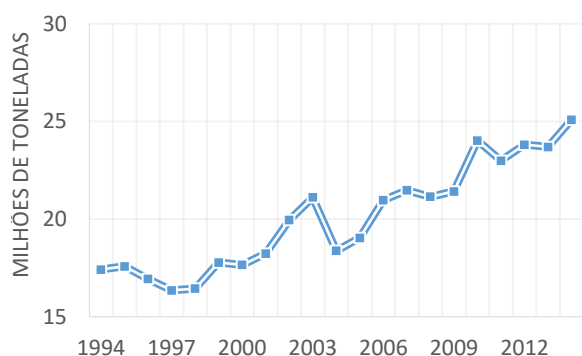


Figura 8 -Produção mundial de feijão 1994-2014 (FAO)

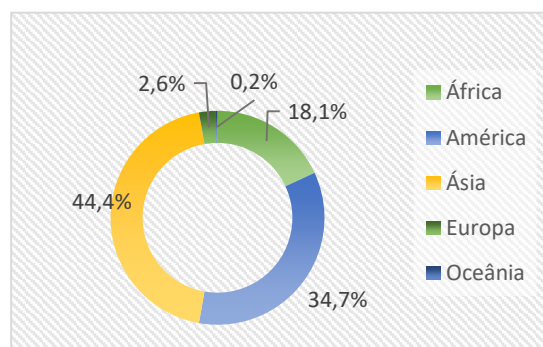


Figura 9 - Dispersão da produção mundial de feijão pelos diferentes continentes. Dados referentes a 2014 (FAO)

De entre os cinco países maiores produtores de feijão no mundo (Figura 10) destaca-se a Índia que produz cerca de 13% da produção mundial e o Brasil cuja produção de 3 milhões de toneladas corresponde a 12% da produção Mundial. A Argentina e o Egito (origens em estudo) são responsáveis, respetivamente, por apenas 0,83% e 0,37% da produção mundial, o que equivale a 0,21 e a 0,09 milhões de toneladas.

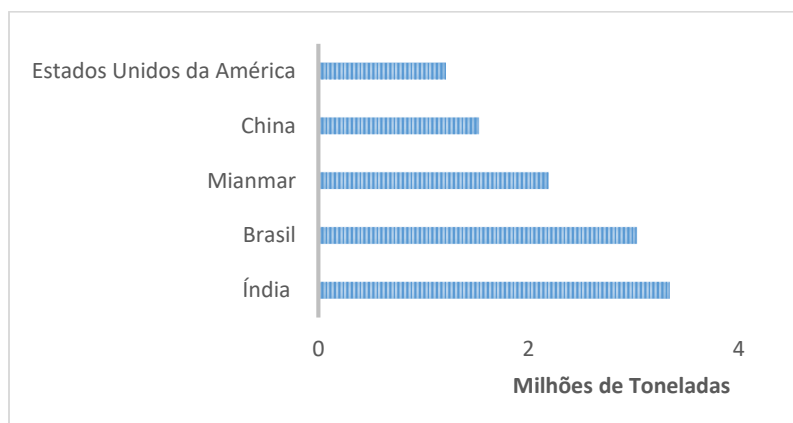


Figura 10 – Quantidade produzida, em toneladas, pelos cinco países principais produtores de feijão no mundo. Dados referentes a 2014. (FAO)

2.3 Formas de Preparação, Conservação e Comercialização de Feijão e Grão de Bico

Não existem formas muito variadas de comercialização e conservação deste tipo de vegetais, sendo normalmente comercializados em seco ou em conserva em latas ou frascos de vidro. Apesar de existirem outras leguminosas conservadas pelo frio, como é o caso do feijão-verde e das ervilhas, este tipo de processamento não é utilizado na indústria de conservação de feijão e grão de bico. (The Nielsen Company, 2011).

Os principais atributos de qualidade das leguminosas secas para a alimentação humana são o calibre e a homogeneidade do tamanho do vegetal, o conteúdo em proteína e aminoácidos essenciais, a dureza do vegetal e do tegumento, o tempo e a qualidade de cozedura e a cor. Do ponto de vista tecnológico são também importantes o tempo e capacidade de hidratação do vegetal (Palma, 2002).

Para a conservação e comercialização do grão de bico e do feijão secos, depois de rececionados são sujeitos a uma pré-limpeza onde são retiradas as impurezas vindas dos campos, como folhas e pedras. São então secos em secadores estacionários até atingirem uma humidade menor ou igual a 13%. Posteriormente à secagem é feita uma nova escolha, onde são retiradas algumas impurezas que ainda prevaleçam bem como vegetal partido ou que não apresente as características pretendidas. O vegetal é então separado de acordo com o calibre e limpo para que apresente um aspeto agradável ao consumidor (Fonseca & Silva, 2005).

Na eventualidade de o vegetal, depois de seco, ser armazenado em condições adversas, como é o caso da temperatura e humidade relativa elevadas, o produto irá sofrer alterações da cor por escurecimento do tegumento (Figura 11), sabor e textura, tornando-os mais rijos e de difícil cozedura (defeito denominado de *hard-to-cook*) (Uebersax & Ruengsakulrach, 1988). O desenvolvimento do fenómeno *hard-to-cook* (HTC), é explicado de diversas formas, entre elas, a formação de pectatos insolúveis, a lignificação da lamela média, a oxidação ou polimerização de lípidos e a presença de ligações cruzadas de proteínas hidrolisadas e/ ou de polifenóis (Coelho *et al.*, 2006).

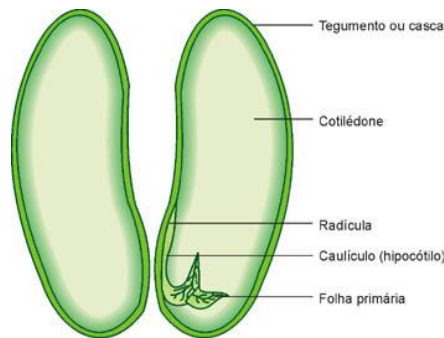


Figura 11 - Morfologia do Feijão. Fonte: (Debouck & Hidalgo, 1986)

Acresce que, se a secagem do vegetal não for suficiente e a humidade relativa de armazenamento for baixa, o tegumento torna-se impermeável impedindo a hidratação do vegetal (Rios *et al.*, 2003). Segundo Stanley (1992) este fenómeno pode estar associado a uma restrição da mobilidade da água através da formação de complexos taninos-proteína provenientes da oxidação dos taninos (Yousif *et al.*, 2007).

Para além das condições de armazenamento, existem outros fatores que provocam a perda de qualidade de feijão e grão de bico secos. O gorgulho (*Acanthoscelides obtectus*) é a principal praga presente na cultura do feijoeiro atacando-a tanto no campo, em diversos estádios de desenvolvimento, como também durante o armazenamento abrindo galerias no vegetal seco de modo a atingir os cotilédones (Figura 12). Estas galerias têm o aspeto de furos sendo a sua visualização o principal indício da presença de gorgulho no vegetal (Campos *et al.*, 2014; Faroni & Sousa, 2006). O principal método de eliminação e controlo de gorgulho utilizado durante o armazenamento é a utilização de pesticidas. Para além desta existem também métodos biológicos como a utilização de parasitoides, de plantas aromáticas e condimentares (Schmale *et al.*, 2003).



Figura 12 - Exemplo do aspeto do vegetal com gorgulho
Fonte: (Rui, 2007)

3 A PRODUÇÃO DE VEGETAIS EM CONSERVA

3.1 Diagrama de Processo

O processo industrial de produção de vegetais em conserva segue, habitualmente as etapas referidas na Figura 13

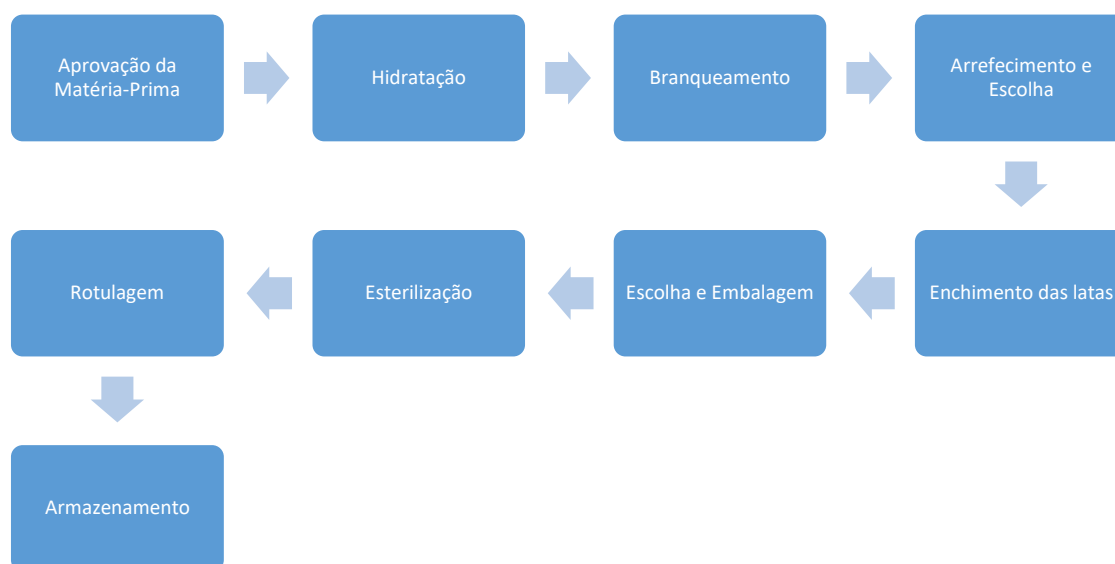


Figura 13 - Diagrama de processo de produção de vegetais em conserva

Avaliação e Aprovação da Matéria-Prima

A fase prévia ao processo de conservação de vegetais apertizados é a avaliação e escolha das matérias-primas. Nesta fase é feita uma avaliação da qualidade da matéria-prima em que são aferidos parâmetros de qualidade, como o calibre, percentagem de partidos, furados e a presença ou ausência de gorgulho, e parâmetros tecnológicos como a capacidade de absorção de água do vegetal e o respetivo tempo para que esta seja próximo de 100% da massa inicial.

Se o vegetal estiver apto para ser processado é armazenado a temperaturas inferiores a 20°C e com uma humidade relativa de 75%, sendo que o feijão deve ter uma humidade entre 12% e 16% para que as perdas de qualidade sejam mínimas (Bekker, 2009). Segundo Bekker (2009) foram realizados estudos na Universidade de Michigan que concluíram que para uma humidade relativa de 75% não existem variações no teor de humidade do vegetal, impedindo desta forma a impermeabilização do tegumento. Por outro lado, Reyes-Moreno *et al.* (2000)

afirmam que o armazenamento de grão de bico acima dos 25°C e a com humidade relativa do ar acima de 65% enrijecem o tegumento do grão de bico provocando um defeito denominado de *hard-to-cook* (HTC).

Hidratação

O objetivo da hidratação, ou hidratação, é assegurar uma absorção de água completa e uniforme antes da cozedura, de modo a adquirir a digestibilidade ótima, impedir o crescimento excessivo do vegetal no interior da lata e facilitar a operação (Abu-Ghannam & McKenna, 1997). A hidratação também é responsável pela solubilização total ou parcial de compostos não nutricionais presentes nos vegetais como compostos fenólicos, taninos e ácido fítico que diminuem a biodisponibilidade de elementos essenciais, como o cálcio, magnésio ferro e zinco. A rafinose e a estaquiose também são compostos anti nutricionais que devido à ausência de α -galactosidade no sistema digestivo são degradados pela flora intestinal provocando flatulência (Frias *et al.*, 2000; Kigel, 1999).

A hidratação permite que a água se distribua ao longo das frações proteicas e de amido presentes no vegetal. A água absorvida vai facilitar reações químicas como a gelatinização do amido e a desnaturação proteica, aumentando a digestibilidade do vegetal. Durante esta fase a água penetra no tegumento e é transportada através dos cotilédones (Figura 11) até ao centro do feijão, onde ocorre a turgescência dos polímeros da semente (Leopold, 1983). É este fenómeno que permite que o feijão amoleça e fique com uma textura uniforme (Gowen *et al.*, 2007).

De acordo com Priestley (1978) existem dois métodos de hidratação a nível industrial. O primeiro método é feito com água a temperatura ambiente, hidratação longa, e o segundo com água a temperaturas elevadas, hidratação curta.

No processo de hidratação ou hidratação a frio o vegetal é colocado em tanques com água a cerca 25°C, até o peso escorrido do vegetal ser mais 80% do que o inicial. No caso da Sumol+Compal este aumento situa-se nos 100%. Este processo dura entre 4 a 18 horas dependendo da variedade e origem do vegetal a hidratar (Tabela 3), devendo a água ser substituída de 6 em 6 horas de modo a prevenir crescimento bacteriano (Bekker, 2009).

Tabela 3 - Tempo de hidratação de vegetais secos.

| Vegetal | Origem | Tempo de Hidratação | Referências |
|-------------------------|------------------|---------------------|-------------------------------|
| Feijão Branco | Argentina | 10 H | (Calvo & Rey, 1999) |
| Feijão Preto | EUA | 14 H | (Xu & Chang, 2008) |
| Feijão Encarnado | América do Norte | 13H | (Abu-Ghannam & McKenna, 1997) |
| Grão de bico | Turquia | 7H | (Turhan <i>et al.</i> , 2002) |

O hidratação a quente é normalmente feito numa branqueadora durante 30 minutos a temperaturas entre os 85 e os 90°C (Bekker, 2009), sendo as principais desvantagens deste processo a transferência de compostos solúveis do vegetal para a água de hidratação, que segundo Kon (1979) ocorre quando a água de hidratação está a uma temperatura superior a 60 °C, o que implicará uma diminuição na qualidade nutricional do produto final, e o aumento da pressão interior no feijão que durante a esterilização poderá levar à separação dos cotilédones (Abu-Ghannam & McKenna, 1997) e por isso à ocorrência de vegetal rachado ou partido.

Na Sumol+Compal a hidratação é feita a frio, com água corrente em contínuo à temperatura de 25°C. A condição ótima do processo é que o vegetal duplique de peso podendo demorar entre 4 e 18 horas consoante o vegetal.

Branqueamento

O branqueamento é um processo de pré-tratamento que antecede operações como a esterilização por calor, desidratação ou congelação. Esta fase do processo tem como principal objetivo a inativação enzimática em frutos e vegetais, impedindo que ocorram alterações enzimáticas. No caso das conservas esta operação unitária é fundamental para impedir alterações enzimáticas entre a fase de hidratação até à esterilização, promovendo assim a qualidade final das mesmas (Fellows, 2000).

Este processo consiste num rápido aquecimento com um binómio tempo – temperatura previamente definido, seguido de um rápido arrefecimento, até à temperatura ambiente. Têm influência na eficácia do branqueamento os seguintes fatores:

- Tipo de vegetal
- Dimensão da matéria-prima
- Binómio tempo-temperatura

- Método de aquecimento e arrefecimento.

Se o binómio tempo-temperatura for menor que o adequado facilitará as alterações enzimáticas por promover o contacto entre as enzimas e os substratos através da destruição dos tecidos vegetais (Fellows, 2000). Se o processo for excessivo poderá causar danos significativos na textura e na perda de nutrientes como proteínas e vitaminas.

Para além da inativação enzimática, o branqueamento também permite diminuir a contaminação superficial dos alimentos, reduzindo assim a contaminação microbiana a eliminar na esterilização (Fellows, 2000).

Na Sumol+Compal o branqueamento dos vegetais é feito com água e vapor entre os 75 e 80°C durante um tempo específico para cada vegetal.

Escolha e Embalagem

Depois do branqueamento o vegetal é arrefecido rapidamente e passa por uma mesa de seleção ou escolha onde são retirados eventuais contaminantes sólidos que ainda existam no vegetal. Segue-se o enchimento das latas com o vegetal, e posteriormente a adição do líquido de cobertura, normalmente, salmoura. O enchimento é efetuado de forma a garantir algum espaço vazio no cimo da embalagem (espaço de cabeça) sendo em seguida fechada

A cravação é o método de fecho das embalagens metálicas, conseguido através da junção do corpo e tampo à lata cujos ganchos são comprimidos e formam uma estrutura mecânica que permite vedar hermeticamente a lata e assegurar a resistência ao aumento de pressão durante a esterilização, evitando deformações permanentes nas embalagens (Jorge, 2013; Pereira *et al.*, 2011). No caso das embalagens de vidro o fecho é constituído por uma cápsula metálica que incorpora um vedante por forma a garantir a estanquicidade da embalagem.

Esterilização

A esterilização é um processo térmico cujo objetivo é a eliminação e destruição de todos os organismos vivos num alimento capazes de o deteriorar ou prejudicar a saúde do consumidor, como leveduras, bolores e bactérias vegetativas e esporuladas. Em alimentos pouco ácidos ($\text{pH} > 4,6$) o organismo com maior significância a nível de saúde pública é o *Clostridium Botulinum*. Os vegetais enlatados são, portanto, avaliados consoante a probabilidade de sobrevivência de um organismo em 10^{12} latas. Este processo permite a conservação de

alimentos à temperatura ambiente por um prazo de vida útil de até cerca de quatro anos (Ramesh, 2007).

A esterilização a nível industrial pode ocorrer através de dois sistemas: o sistema convencional e o sistema de enchimento asséptico. No sistema asséptico o produto é esterilizado diretamente só sendo depois embalado assepticamente, para que não haja contaminações. Este processo diminui o tempo de esterilização e conseqüentemente as degradações sensoriais e nutricionais por ele causadas (Fellows, 2000). No sistema convencional os alimentos são esterilizados no interior da embalagem, necessitando de tempos mais elevados havendo uma maior degradação das características nutricionais e sensoriais dos alimentos (Ramesh, 2007; Fellows, 2000). No caso do feijão e grão de bico em conserva é utilizado o sistema convencional, pois para além do efeito de esterilização pretende-se o efeito cozedura.

No sistema convencional o processo de esterilização ocorre em autoclaves, existindo dois grandes tipos: os descontínuos ou em *batch* que podem ser horizontais ou verticais, por imersão ou com agitação, e os contínuos que incluem autoclaves contínuos com agitação e autoclaves hidrostáticos.

Nos sistemas descontínuos a esterilização ocorre em três grandes fases (Ramesh, 2007):

1. **Entrada no Regime:** consiste num período de aquecimento por água quente ou vapor de água através do aumento da temperatura e pressão no interior da autoclave.
2. **Tempo de Regime:** fase em que a temperatura e a pressão se mantêm constantes durante um período de tempo, entre 20 e 30 minutos, que garanta a esterilidade do produto. Normalmente a temperatura e pressão utilizadas são 121°C a 1,80 bar, respetivamente.
3. **Arrefecimento:** diminuição da temperatura no interior do autoclave através da adição de água fria e diminuição da pressão.

O dimensionamento de um processo de esterilização (tempo/temperatura) depende de fatores da cinética de eliminação microbiana como o pH do produto, tipo de microrganismos, quantidade e tipo de conservantes, atividade de água e composição do produto. Depende também de fatores referentes ao processo como o design do equipamento, tipo de embalagem, tamanho, forma e viscosidade do produto, podendo a transferência de calor no produto ser efetuada por condução (produto sólido) ou convecção (produto líquido) (Ramesh, 2007).

Na Sumol+Compal a esterilização é efetuada em autoclaves descontínuos e os binômios tempo/temperatura utilizados foram definidos consoante o vegetal. Após a esterilização e arrefecimento as latas são retiradas dos autoclaves e repostas em linha onde são secas para posterior rotulagem. Depois de rotuladas, são agrupadas em tabuleiros de cartão envolvidos em polietileno e etiquetados. Os tabuleiros são agrupados em paletes e armazenados no armazém de produto final até serem expedidos.

3.2 Fatores que Influenciam a Textura do Vegetal em Conserva

As qualidades tecnológicas e nutricionais de feijão e grão de bico são determinadas em parte pelo genótipo e influenciadas pelas condições ambientais durante o desenvolvimento da planta e sementes, como o clima, as práticas de cultivo, as tecnologias pós-colheita, as condições de armazenamento e a tecnologia do processo.

A textura segundo Rios, *et al.* (2003) é um dos principais parâmetros de qualidade destes vegetais enlatados. Segundo Siddiq e Uebersax (2013) a textura está relacionada quer com fatores que se prendem com a qualidade e variedade da matéria-prima quer com fatores inerentes ao processo produtivo (como condições de armazenamento, hidratação, branqueamento e esterilização) ou ainda com os ingredientes e aditivos utilizados durante o processo.

3.2.1 Matéria-prima

O tipo de variedade e genótipo da matéria-prima têm influência em vários parâmetros do processo produtivo de vegetais enlatados. Segundo Shellie e Hosfield (1991) os genótipos são responsáveis por variações de 25% no tempo de cozedura e de 52% na absorção de água do vegetal. Os autores referidos também concluíram que a origem não tem um impacto significativo no tempo de cozedura, mas tem no tempo de absorção de água, estando relacionado com a temperatura e precipitação de cada região. Os resultados indicam que os vegetais produzidos em locais secos e quentes têm uma maior capacidade de absorção de água do que os produzidos em locais frios e húmidos. Shellie e Hosfield atribuíram estes resultados a fatores intrínsecos dos vegetais relacionados com o tegumento como a espessura, peso, aderência aos cotilédones, elasticidade, porosidade e propriedades coloidais. Wyatt (1977) faz igualmente referência a estes fatores como interferentes na absorção de água (Esteves *et al.*, 2002).

Por outro lado, Stamboliev *et al.* (1995) concluíram que as origens mais chuvosas estão associadas com um tegumento mais fino e tempos de cozedura mais baixos (Kigel, 1999). Carbonello *et al.* (2003) observaram que a ocorrência de vegetais com baixa capacidade de hidratação está relacionada com condições de *stress* hídrico próximo à época de colheita. Bellido e García (1986) concluíram que existe uma interação entre a temperatura durante a maturação e o desenvolvimento do tegumento, uma vez que temperaturas elevadas levam a uma desidratação rápida da camada exterior aumentando a dureza do vegetal.

As características edáficas, como os teores minerais do solo também influenciam a dureza das sementes e o tempo de cozedura. Estes parâmetros aumentam em produções com solos ricos em cálcio e magnésio e com temperaturas médias anuais elevadas, comparativamente aos produzidos nas condições de solo e temperaturas opostas (Kigel, 1999).

Segundo Calvo e Rey (1999) a origem também tem influência na textura do tegumento e dos cotilédones do feijão. Através da avaliação sensorial de duas origens da mesma variedade de feijão os autores concluíram que enquanto que o proveniente de Espanha apresentava suavidade no tegumento e uma textura rija e granulosa nos cotilédones o outro, proveniente da Argentina, apresentava o tegumento rijo e os cotilédones suaves e menos granulosos.

3.2.2 Processo Produtivo

As alterações das condições do processo podem ter influência no tempo de produção, no consumo de energia e/ou ingredientes e na qualidade do produto final. As condições de temperatura de hidratação do vegetal têm influência no tempo e contaminação microbiológica desta fase do processo, bem como na qualidade nutricional do produto final.

Está estudado que as condições de temperatura da fase de hidratação têm um impacto acentuado na sua duração e nalguns casos na qualidade nutricional do produto final (Kon, 1979). De acordo com Abou-Dheir (1980) são vários os estudos que apontam para uma hidratação mais rápida a temperaturas acima dos 40 °C, apesar de poder ter um impacto negativo na qualidade do produto final, aumentando a separação e/ou abertura dos cotilédones, e a formação de vegetais com centros rijos (Cai & Chang, 1997)

Com o aumento da temperatura da água de hidratação existe um aumento da taxa de absorção de água. No entanto, Gowen *et al.* (2007) e Abu-Ghannam e McKenna (1997) demonstraram que, com temperaturas de água de hidratação acima dos 37°C não se verifica uma mudança significativa na velocidade de absorção de água. Este fenómeno deve-se ao

efeito plastificante da água na membrana celular, que se verifica principalmente a 40 °C. Intitula-se de efeito plastificante a diminuição da temperatura de transição vítrea, temperatura a partir da qual um sólido amorfo passa do estado vítreo (desordenado e rígido) para o estado elastomérico (desordenado com mobilidade das cadeias poliméricas). A água é um agente plastificante que em contacto com polímeros adquire propriedades de solvente e promove o aumento da flexibilidade, ductilidade e extensibilidade dos polímeros diminuindo a sua resistência mecânica, promovendo desta forma a permeabilidade das membranas (Blasi *et al.*, 2005; Pittia & Sacchetti, 2008).

Como já referido, se a temperatura de hidratação for superior a 60°C existe um aumento da transferência de compostos solúveis do vegetal para a água de hidratação. Kon (1979) concluiu que a diminuição de sólidos solúveis, compostos azotados, açúcar e oligossacáridos, e de vitaminas hidrossolúveis durante a hidratação a temperaturas inferiores a 50°C é muito baixa, mas se esta for igual ou superior a 60°C, esta chega a ser três ou quatro vezes superior. Esta perda elevada vai constituir uma mudança na composição final do alimento, visto que a água de hidratação é rejeitada depois desta fase do processo, havendo, portanto, uma diminuição destes constituintes no produto final.

Segundo Khanal *et al.* (2014), o aumento da perda de sólidos solúveis leva posteriormente a um aumento da compactação do vegetal no fundo da embalagem tanto durante o processamento como durante o armazenamento. Este parâmetro também pode ser afetado pela origem e pela libertação de amido para o líquido de cobertura devido a quebras excessivas de vegetal durante a cozedura (Lu & Chang, 1996). Apesar de este fator ter pouca importância no processamento de vegetais enlatados este pode levar à rejeição da matéria-prima por ser visto como um fator desagradável para o consumidor (Khanal *et al.*, 2014).

Outra possível desvantagem do aumento da temperatura de hidratação é o aumento da suscetibilidade do vegetal a contaminações de origem microbiana durante esta fase do processo. Os vegetais secos são alimentos suscetíveis a alterações pela sua microbiota endógena ou pelos microrganismos presentes no ar, água ou solo. Assim sendo, grande parte da microbiota presente nestes vegetais é mesófila, suportando temperaturas entre 20 e os 45°C (Granito & Álvarez, 2006; Atlas, 1997). Segundo Granito e Álvarez (2006) o feijão é um alimento onde pode ocorrer fermentação natural devido à presença de *Lactobacillus vulgaris* na sua microbiota endógena, fenómeno que ocorre a uma temperatura de 42°C durante 48 horas. Os principais microrganismos encontrados, por estes autores, no final da fermentação foram enterobactérias e lactobacilos, não existindo contaminação por bolores e leveduras.

Por outro lado, Hatzikamari *et al.* (2007) concluíram que a fermentação natural de grão de bico, imerso em água, ocorre na presença de *bacillus* e *clostridium*, após 8 e 18 horas, respetivamente desde o início da imersão. Os autores observaram que só ao fim de 8 horas é que começam a ser visíveis vestígios de fermentação do vegetal pelos bacilos presentes no vegetal, sendo estes maioritariamente *Bacillus cereus*. Os resultados toxicológicos elaborados pelos autores demonstraram que os microrganismos presentes, *Bacillus cereus* e *Clostridium perfringens* não produziram toxinas uma vez que o líquido fermentativo não foi tóxico em ratos.

3.2.3 Líquido de Cobertura

A composição do líquido de cobertura, ou da água de cozedura, já foi estudada para vários alimentos tendo sido comprovado o impacto na estrutura da lamela média (Figura 14) e na gelatinização do amido e como tal na textura final do produto, apesar de nem sempre poder ser perceptível.

Segundo Ovando-Martínez *et al.* (2011) durante a cozedura do vegetal ocorrem os seguintes fenómenos que levam a alterações de textura:

- Desnaturação proteica
- Solubilização de polissacáridos
- Quebra de polímeros da lamela média, com consequente amolecimento
- Gelatinização do amido

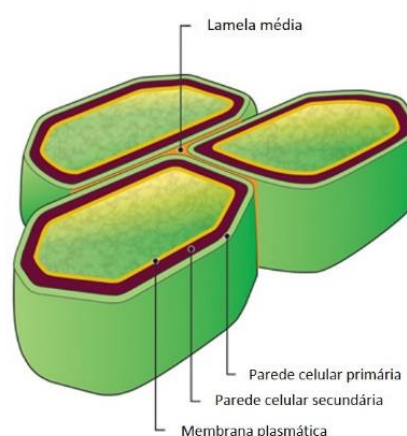


Figura 14 - Representação da célula vegetal.
Fonte: (Cravens, 2008)

De acordo com Van Buren (1986) a presença de Cloreto de Sódio (NaCl) na água de cozedura promove o amolecimento do feijão-verde quando comparado ao processo térmico em água destilada, concluindo que o uso de soluções de sais monovalentes, como a salmoura, aumenta o amolecimento dos vegetais. Isto deve-se à destruição da estrutura das paredes celulares, provocada pela rutura das ligações na lamela intermédia entre o cálcio e as pectinas, levando à perda de estrutura (Niba, 2006). Este fenómeno impede, por exemplo, no caso das batatas, que se crie uma textura indesejavelmente pastosa e gumosa (Bourne, 2002). Apesar de não se ter encontrado informação sobre o efeito da presença de sal no líquido de cobertura do feijão e do grão de bico enlatados, os factos apresentados podem levar-nos a concluir que existe um efeito semelhante ao acima descrito.

Durante a cozedura dos vegetais o amido sofre uma alteração denominada de gelatinização em que os grânulos entumescem e rebentam libertando amilose e provocando assim a perda da estrutura cristalina (Ovando-Martínez *et al.*, 2011). Segundo Ahmed (2011) a presença de sal aumenta a temperatura de gelatinização do amido (61-74°C) tendo o autor obtido para o feijão mungo, com concentrações de sal iguais e superiores a 5%, um aumento de cerca de 10 °C na temperatura de gelatinização do amido. Este fenómeno ocorre devido ao aumento da presença de cationes vai haver uma estabilização e proteção dos grânulos de amido dificultando o seu rompimento e consequentemente a perda de zonas cristalinas (Niba, 2006).

Uma das formas de contornar este facto é através da adição de soluções de sais bivalentes como o cloreto de cálcio que promove a formação de pectatos de cálcio, sais insolúveis das pectinas com o cálcio, aumentando a firmeza dos vegetais durante os tratamentos térmicos (Belitz *et al.*, 2012)

4 ANÁLISE SENSORIAL

A análise sensorial é um exame que avalia as características organoléticas do produto utilizando os órgãos dos sentidos humanos (sabor, odor, visão e tato) (NP 4263:1994). A aceitabilidade de um produto pelo consumidor está relacionada com a sua reação a esse produto num determinado momento. A maioria das características organoléticas também podem ser medidas química e/ou instrumentalmente, como é o caso da cor, da textura, do perfil aromático e dos componentes mais responsáveis pelo gosto. No entanto, o aroma e o gosto, dado serem influenciados por muitos parâmetros qualitativa e quantitativamente, são características que só a análise sensorial consegue avaliar devidamente.

Este tipo de análise permite responder a questões como: a que sabe o produto, quais as consequências nos seus atributos de uma modificação no processo, formulação, embalagem ou condições de armazenamento. Pretende-se dar resposta a um conjunto de questões: como perceber se o consumidor nota a diferença, se os produtos são diferentes, quantas pessoas gostam deste produto, se é aceitável ou não, se este é melhor que o anterior ou qual o preferido do consumidor (Noronha, 2003).

A análise sensorial é realizada por um conjunto de provadores que analisam as características organoléticas do produto. Dependendo do objetivo estabelecido para o projeto, existem diferentes métodos de avaliação, que conduzem à obtenção de respostas mais adequadas ao perfil do produto. Os métodos são divididos em: testes afetivos, testes discriminativos e testes descritivos (Lawless & Heyman, 2010).

Os testes afetivos constituem um método de avaliação sensorial cujo principal objetivo é avaliar a aceitação do consumidor a um dado produto. Este tipo de avaliação é normalmente feito através da comparação de produtos alternativos com o intuito de compreender se existe uma preferência comum à maioria dos consumidores. Uma vez que a qualidade avaliada nestes testes se trata de algo inerente a cada provador, o painel que os compõe caracteriza-se pela grande dimensão e heterogeneidade para que as conclusões sejam significativas (Lawless & Heyman, 2010).

Os testes Descritivos, ou Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) constituem um método de avaliação sensorial cujo principal objetivo é a avaliação individual, de amostras tendo em conta as suas características (Teixeira *et al.*, 1987). Estes são normalmente feitos de forma monádica, ou seja, analisando o produto individualmente, tomando como referência a experiência do entrevistado (Perdigão, 2012).

Este método possui inúmeras aplicações, desde o desenvolvimento de novos produtos à avaliação de produtos concorrentes e aos testes de armazenamento de produtos, de modo a verificar o seu envelhecimento (Stone & Sidel, 1993), e requer um painel com mais que cinco provadores previamente treinados uma vez que exige que se distinga facilmente as várias características a avaliar (Teixeira *et al.*, 1987).

A textura é um dos atributos sensoriais de maior importância no caso do grão de bico e feijão em conserva. A textura dos alimentos é determinada pelos teores de humidade e lípidos e o tipo e quantidade de glúcidos estruturais (celulose, pectinas) e de reserva (amido) e proteínas presentes. As mudanças de textura podem ser consequência da perda de humidade ou gordura, formação e destruição de emulsões e géis, hidrólise de polímeros e coagulações ou hidrólise de proteínas (Fellows, 2000).

A textura é uma propriedade sensorial que pode ser avaliada por meios instrumentais ou sensoriais. Esta propriedade é composta pelos seguintes parâmetros, normalmente definidos instrumentalmente: dureza, fraturabilidade, coesividade e adesividade (Stampanoni & Noble, 1991).

Segundo Calvo e Rey (1999) a textura e a aparência são fundamentais na avaliação sensorial do feijão, sendo que a aparência se trata da avaliação das características relacionadas com o aspeto do vegetal (inteiro ou partido) e a presença de peles intactas ou separadas. A textura também é descrita como um conjunto de parâmetros desde as características superficiais, sensação produzida pelo tegumento em contacto com a língua, seja esta áspera, suave ou

rugosa, seguindo-se o comportamento do produto face à deformação, onde se insere a dureza do tegumento e cotilédones, as características estruturais do tegumento, ou seja, se este é amanteigado, farinhento, granuloso, e por outras perceções durante a mastigação como a adstringência e a viscosidade.

Segundo Belitz *et al.* (2012) existem diferentes causas para as alterações de textura nestes tipos de vegetais. Os autores justificam o amaciamento do vegetal como consequência da decomposição dos tecidos dos cotilédones por ação do calor, uma vez que este vai solubilizar as protopectinas destruturando assim a estrutura das lamelas intermédias.

Quanto ao endurecimento dos cotilédones durante a cozedura este deve-se a um entrecruzamento das paredes celulares, sendo as possíveis causas apresentadas para este fenómeno as seguintes: a hidrólise dos fitatos de cálcio e magnésio, presentes na lamela média. A ligação dos ácidos pectínicos, presentes na lamela média, com o cálcio e o magnésio presentes no meso inositol e no ácido fosfórico, sendo este fenómeno controlado pelas pectinesterases que desmetilam as pectinas em ácido pectico. E a formação de complexos entre as proteínas e o polifenóis em leguminosas ricas em compostos fenólicos e polifenol-oxidase (Belitz *et al.*, 2012).

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Matérias-Primas

Os vegetais utilizados neste trabalho foram selecionados com base no histórico dos principais problemas de textura detetados pela empresa. As origens estudadas são as que à data da realização do trabalho tinham maior expressão de entre todas as origens de onde se receciona vegetal (Tabela 4).

Tabela 4 - Vegetais e Origens em Estudo

| Vegetal | Origem |
|----------------|---------------------------|
| Feijão Branco | Argentina |
| | Egipto |
| Grão de bico | Argentina |
| | Estados Unidos da América |
| Feijão Preto | Argentina |
| | China |

5.2 Metodologia de Teste

5.2.1 Estudo do Efeito da Temperatura de Hidratação na Qualidade do Grão de Bico e Feijão em Conserva

Processo de Hidratação

1º - Massas conhecidas de vegetal seco e que cumpriam todas as especificações impostas pela Sumol+Compal foram colocadas a hidratar em banho termostatzado à temperatura definida. Foi utilizada uma razão de água para vegetal de 4:1 até duplicar a massa inicial de vegetal (Figura 15 e 16).



Figura 15 - Hidratação a quente de Feijão Branco



Figura 16 - Hidratação a frio de Feijão Preto

2º - Foram testadas diferentes temperaturas de hidratação conforme indicado na Tabela 5. As temperaturas de teste foram escolhidas tomando em consideração a temperatura da água à saída da branqueadora no processo industrial, uma vez que desta forma poder-se-ia utilizar esta fonte de água quente para efetuar a hidratação a quente sem um aumento significativo do consumo de energia. A primeira temperatura escolhida para avaliação foram os 65°C, por ser uma temperatura próxima há da água na saída da branqueadora. Seguidamente escolheram-se as outras temperaturas em estudo, 40 °C e 50 °C, de modo a avaliar os resultados a temperaturas inferiores. Foram elaboradas cinco latas por cada ensaio de hidratação a quente correspondentes a: análise microbiológica, controlo físico-químico, análise sensorial, testemunho e à lata utilizada para a sonda no processo de esterilização. Para o processo de hidratação a frio foram elaboradas três latas para as análises sensoriais.

Tabela 5 - Condições de Teste

| Temperaturas de Hidratação | Quantidade de Vegetal | Nº Ensaio | Nº Latas por Ensaio |
|-----------------------------------|------------------------------|------------------|----------------------------|
| 40°C | 500g | 3 por origem | 5 |
| 50°C | | | |
| 65°C | | | |
| 25°C | 700g | 1 por Origem | 7 |

3º - As amostras foram pesadas de hora em hora até a massa inicial ter duplicado. Atingido este valor retirou-se uma amostra da água de hidratação, para posterior análise microbiológica, e prosseguiu-se com o processo de elaboração da conserva.

Elaboração da Conserva

4º - Seguiu-se a operação de branqueamento, segundo as especificações da Sumol+Compal. Posteriormente pesou-se novamente o vegetal, de modo a confirmar que não houve uma diminuição na massa do vegetal, e colocou-se em latas com cerca de 200 gramas para o Feijão Branco e Grão de bico, e 180 gramas no caso do Feijão Preto, uma vez que a absorção de água no interior da lata ser superior aos restantes vegetais.

5º - Introduziu-se o líquido de cobertura, elaborado consoante a especificação da S+C, e após a cravação das latas estas foram colocadas na autoclave piloto consoante as especificações de esterilização da marca.

5.2.2 Estudo do Impacto da Presença de Sal no Líquido de Cobertura da Conserva

O estudo do impacto da presença de sal no líquido de cobertura da conserva elaborou-se da forma descrita no ponto 5.2.1, havendo apenas a variação do constituinte do líquido de cobertura de salmoura para água. Através da análise dos resultados obtidos no estudo anterior foi definida a temperatura de hidratação a quente ótima, 40°C, uma vez que foi a que apresentou melhor desempenho com mínimo gasto de energia. Também se elaborou conservas sem sal para a temperatura da água de hidratação de 25°C.

5.3 Métodos Analíticos

5.3.1 Análises Microbiológicas

Água de Hidratação e Salmoura

Foram feitas análises microbiológicas à água de hidratação e à salmoura de modo a avaliar o impacto do aumento da temperatura no crescimento microbiológico.

A preparação das amostras segue a metodologia descrita pela ISO 6887-6:2013.

Para a análise aos teores totais de bolores e leveduras foram retiradas amostras, de 1mL, da água de hidratação e da salmoura, para um tubo com 9mL de água destilada esterilizada. Depois de elaboradas as diluições necessárias foi colocado 1mL em placas de Petri e incorporados com Plate Count Agar (PCA) para os teores mesófilos totais e Yeast Glucose Chloramphenicol (YGC) no caso dos bolores e leveduras. Colocaram-se na estufa a 30°C durante três dias e a 25°C durante cinco dias, respetivamente (ISO 6833:2003; NP 32771-1:1987)

Produto Final

A avaliação microbiológica ao produto final, tem como objetivo avaliar a esterilidade microbiológica do produto final. Esta é feita a uma lata de cada ensaio e analisa-se o vegetal e o líquido de cobertura.

Ao nível do vegetal são feitos testes aos teores mesófilos totais, bolores, leveduras e esporos anaeróbios. É retirada de cada lata uma amostra de 10 gramas de vegetal para 90mL de água peptonada esterilizada, para um saco esterilizado. Depois de triturado no Stomacher, é retirado 1 mL da amostra filtrada para placas de Petri e incorporadas de acordo com a Tabela 6 (ISO 6833:2003; NP 32771-1:1987; ISO 15213:2003).

Tabela 6 -Meios de Incorporação e Condições de incubação em estufa para os testes microbiológicos efetuados.

| Análise Microbiológica | Meio de incorporação | Temperatura de incubação | Duração da incubação |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Mesófilos Totais | PCA | 30°C | 72h |
| Bolores e Leveduras | YGC | 25°C | 120h |
| Bactérias Anaeróbias | TSC | 30°C | 24h |

Para avaliação da esterilidade do líquido de cobertura o método utilizado tem por base a examinação microbiológica de vegetais enlatados utilizado pela U.S. Food and Drug Administration (FDA). Em concreto:

São retirados 2mL do líquido de cobertura para quatro tubos com 20mL de meio, sendo que dois têm Bromo Cressol Purple Broth, e os outros Chopped Liver Broth como meio. São depois encubados durante cinco dias a 30 e a 50°C. (Landry *et al.*, 2001).

5.3.2 Controlo Físico-químico

Ao vegetal seco foram feitos controlos ao calibre seco, percentagem de partidos e presença de gorgulho das amostras. Ao produto final foram feitos controlos ao peso escorrido, calibre cozido, pH, cloretos e teor de sólidos solúveis do líquido de cobertura (Anexo I – Controlo Físico-químico).

O calibre seco ou cozido foi avaliado através da contagem de unidades de vegetal presentes numa amostra de 100g.

A percentagem de vegetal partido (m/m) e a presença de gorgulho foram efetuados aquando da pesagem da amostra inicial através da separação do vegetal partido e do que apresentasse vestígios de gorgulho na amostra inicial.

Os controlos de pH, teor de cloretos e teor de sólidos solúveis das amostras do líquido de cobertura foram avaliados recorrendo à utilização de um potenciómetro, de um método de titulação com nitrato de prata e de um refratómetro, respetivamente.

O peso escorrido é corresponde à massa obtida após a separação da fase líquida da fase sólida presente na lata através de uma peneira após 2 minutos com uma inclinação entre 17 e 20°.

5.3.3 Análise Sensorial

Foi inicialmente elaborada uma ficha de prova (Anexo II – Ficha de Prova), em que são avaliados os seguintes parâmetros escolhidos tendo em conta as características mais importantes a avaliar neste trabalho:

1. Aspeto geral
2. Cozedura
3. Sabor
4. Textura
5. Partidos
6. Peles
7. Calibre
8. Sal
9. Avaliação Global

Os parâmetros foram avaliados numa escala de 1 a 7, previamente estabelecida pela S+C, em que o valor 5 define a amostra como dentro do padrão.

- | | |
|---------------|----------------|
| • 1 -Mau | • 5 -Bom |
| • 2 -Medíocre | • 6 -Muito Bom |
| • 3 -Sofrível | • 7 -Excelente |
| • 4 -Médio | |

Foi utilizado um painel treinado de nove provadores da S+C escolhidos pela sua a experiência na avaliação da qualidade dos vegetais enlatados produzidos pela marca. Estes tiveram sempre em mente o que é o padrão Sumol+Compal durante a avaliação das amostras. As amostras devidamente codificadas foram apresentadas aos provadores

Os provadores testaram monodicamente cada uma das amostras, segundo as características apresentadas na Ficha de Prova.

Na última fase da prova os provadores compararam as amostras em avaliação, dizendo primeiramente qual a amostra preferida em termos globais e de seguida avaliaram a melhor

amostra para cada uma das características em teste. Por fim indicaram a intenção de compra da amostra que preferiu.

Para uma avaliação mais cuidada das características sensoriais mais importantes neste estudo foi feita uma avaliação ponderada dos fatores (Equação 2). A percentagem de cada parâmetro na avaliação final foi definida de acordo com a sua importância para este trabalho tendo em consideração as conclusões de Calvo e Rey (1999).

$$Final = 40\% Textura + 30\% Global + 20\% \left(\frac{Partidos+Peles+Aspeto}{3} \right) + 10\% \left(\frac{Sal+Sabor+Cor+Calibre}{4} \right) \quad (2)$$

Para o teste feito às condições de hidratação do vegetal foram feitas duas provas, a primeira passada um mês da produção e a segunda passados três meses, de modo a avaliar o comportamento e evolução da textura e compactação do vegetal no fundo da lata. A avaliação ocorreu sempre que era aberta uma lata nos testes microbiológicos, físico-químicos e sensoriais.

5.4 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através de uma análise de variância (ANOVA) a um fator onde foi aplicado um teste de Turkey com $p > 0,05$ para os resultados referentes à duração dos tempos de hidratação e à avaliação sensorial.

De modo a avaliar os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis foi, em vez do teste de Turkey, aplicado um teste de Fisher com $p > 0,05$.

Os testes estatísticos foram escolhidos de acordo com o numero de repetições existentes para cada avaliação.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Estudo do Efeito da Temperatura de Hidratação na Qualidade do Grão de Bico e Feijão em Conserva

Os dados teóricos relativos aos estudos já efetuados sobre o efeito da temperatura de hidratação na velocidade de absorção de água pelo vegetal demonstraram que, até 40°C para o feijão e cerca de 38°C para o grão de bico, quanto maior for a temperatura maior é a absorção de água pelo vegetal. A partir desta temperatura o aumento da temperatura de hidratação não tem um efeito pronunciado na velocidade de absorção (Abu-Ghannam & McKenna, 1997; Gowen *et al.*, 2007).

Abu-Ghanmam e McKenna (1997) também concluíram que com o aumento da temperatura acima dos 40°C existe uma diminuição da absorção de água que é mais acentuada para temperaturas acima de 60°C.

6.1.1 Feijão Branco

- Impacto no tempo de hidratação do feijão seco

Nas figuras 18 e 19 estão representados os resultados para os tempos de hidratação do feijão branco da Argentina (Figura 17) e Egito (Figura 18) nas diferentes temperaturas estudadas. Através da análise de resultados verificou-se que no caso do feijão branco da Argentina com o aumento da temperatura de 25 °C para 40°C houve uma diminuição de 48% no tempo de hidratação enquanto que para o feijão branco do Egito com o aumento da temperatura de 25 para 40°C houve uma diminuição de 52% no tempo de hidratação do vegetal. A semelhança estatística nos tempos de hidratação a quente vai ao encontro dos resultados obtidos por Abu-Ghannam e McKenna (1997) que concluíram que para temperaturas superiores a 40°C o aumento da temperatura não tem um efeito pronunciado na velocidade de absorção de água. A diferença de origens representa uma variação no tempo de hidratação a frio de 27% e de 33% na hidratação a quente. Esta variação poderá estar relacionada com o clima de cada uma das regiões de produção e/ou com os fatores intrínsecos do tegumento dos vegetais que segundo Shellie e Hosfield (1991) e Esteves, *et al.* (Esteves *et al.*, 2002) são interferentes na absorção de água.

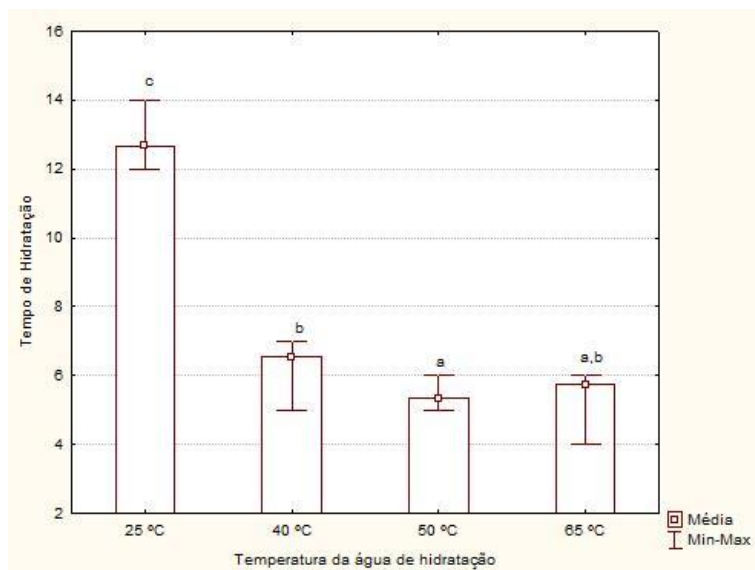


Figura 17 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão branco da Argentina para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

O vegetal hidratado a 65°C a massa estabilizou antes de ser atingido o rendimento esperado da operação (duplicar a massa inicial) resultado este que é semelhante aos obtidos por Kon (1979), Abu-Ghanman e McKenna (1997) e Shafei *et al.* (2014) que concluíram ser devido ao efeito da plastificante da água nas paredes celulares do tegumento e consequente lixiviação de compostos solúveis. Seguidamente são avaliados os resultados para os teores de sólidos solúveis presentes no produto final com o objetivo de avaliar o impacto da lixiviação de compostos solúveis na qualidade do produto final.

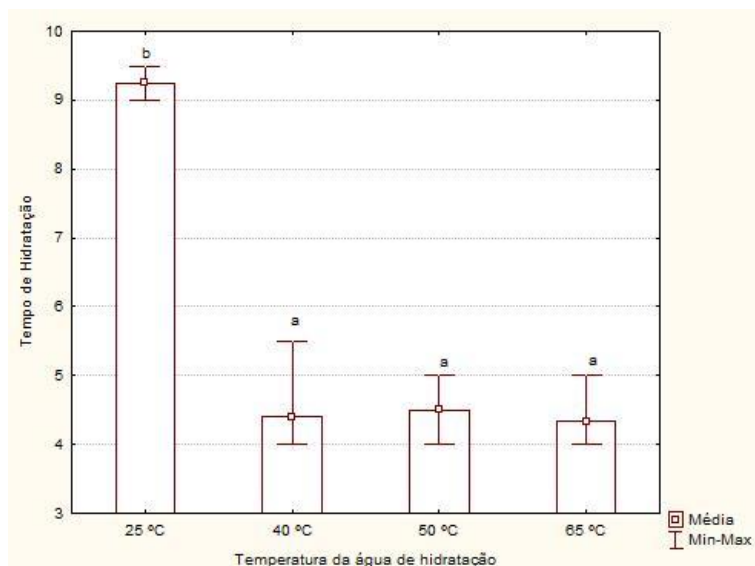


Figura 18 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão branco do Egito para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

- Impacto no crescimento microbiano na água de hidratação

A contaminação microbiológica da água de hidratação (Figura 19) é um parâmetro de qualidade e segurança alimentar que deve ser avaliado com o aumento da temperatura da água de hidratação devido ao facto de a flora microbiana endógena do feijão ser mesófila. Os resultados para os teores mesófilos totais, bolores e leveduras vão ao encontro aos obtidos por Granito e Alvaréz (2006). O efeito da temperatura de hidratação na contaminação microbiológica também é o esperado uma vez que a temperatura ótima de crescimento deste tipo de microrganismos está entre 20 e 45°C (Atlas, 1997). E que para temperaturas superiores a 50 °C apesar de ocorrer a morte de bactérias não esporuladas ainda se pode verificar a germinação de esporos, sendo esta a razão das contaminações verificadas para as temperaturas de hidratação de 50 e 65 °C.

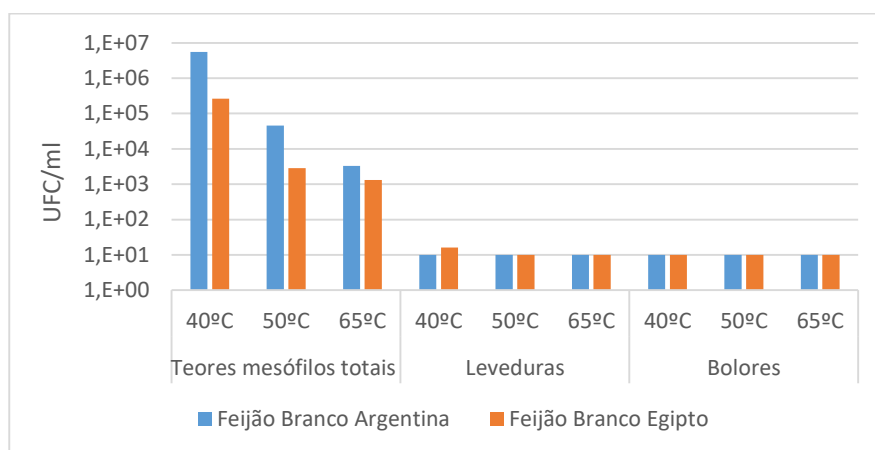


Figura 19 - Resultados obtidos para a avaliação microbiológica das águas de hidratação do Feijão Branco

Uma vez que Granito e Alvaréz só obtiveram indícios de fermentação natural após 24h de imersão do vegetal em água, e os microrganismos presentes na água de hidratação possuem uma baixa termorresistência pelo que serão eliminados no processo de esterilização, mas podem ter um impacto relevante em casos de paragens prolongadas na linha de produção devido a avarias. A principal causa na variação da contaminação microbiológica entre origens vem do facto de existir uma variação acentuada no tempo de hidratação.

- Impacto no teor de sólidos solúveis no líquido de cobertura do produto final

Através da leitura dos resultados para o teor de sólidos solúveis do feijão branco da Argentina (Tabela 7) é possível observar que existe uma diminuição significativa no teor de sólidos solúveis do produto final para a temperatura de hidratação de 65°C, quando comparada com as de 40 e 50°C. Tal como os resultados obtidos por Kon (1979) a diminuição de teores de

sólidos solúveis quando aumentando a temperatura de hidratação de 50°C para 65°C é maior. O mesmo não se verifica com a passagem de uma hidratação a frio para uma temperatura de 40°C em que ao contrário do esperado houve um aumento no teor de sólidos solúveis, possivelmente devido à duração elevada da hidratação a frio.

Tabela 7 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Branco Argentina. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

| Temperatura da água de hidratação | Média | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão |
|-----------------------------------|----------------------|--------|--------|---------------|
| 25°C | 4,99 ^{a, b} | 4,35 | 5,62 | 0,91 |
| 40°C | 6,05 ^c | 4,74 | 6,90 | 0,75 |
| 50°C | 5,48 ^{b, c} | 4,72 | 6,06 | 0,45 |
| 65°C | 4,28 ^a | 3,90 | 4,58 | 0,25 |

O feijão branco do Egito (Tabela 8) tem um comportamento face à perda de sólidos solúveis que corresponde ao descrito por Kon (1979) em que o aumento da temperatura de hidratação de 25°C para 40°C e de 40 °C para 50 °C têm um impacto muito menor na diminuição do teor de sólidos solúveis que o aumento de 50 °C para 60 °C.

Tabela 8 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Branco Egito. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

| Temperatura da água de hidratação | Média | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão |
|-----------------------------------|---------------------|--------|--------|---------------|
| 25°C | 5,53 ^{a,b} | 5,31 | 5,75 | 0,22 |
| 40°C | 5,35 ^a | 4,72 | 5,89 | 0,52 |
| 50°C | 5,25 ^{a,b} | 4,82 | 5,58 | 0,26 |
| 65°C | 4,42 ^b | 4,07 | 4,7 | 0,62 |

A principal consequência da perda de sólidos solúveis é a diminuição do rendimento do processo de enlatamento de vegetais. No caso do feijão branco esta diminuição é de cerca de 4,7%, para o vegetal da Argentina, e de 16,8%, para o do Egito, quando comparados os rendimentos do processo de hidratação a 65°C com o processo de hidratação a frio. A variação entre as diminuições do teor de sólidos solúveis entre origens, demonstra que esta tem um impacto na permeabilidade do tegumento tal como o descrito por Esteves *et al* (2002).

- Impacto na textura do produto final

De maneira a avaliar se alteração da temperatura de hidratação têm influência na textura do feijão branco foram efetuadas avaliações sensoriais cujos resultados se apresentam seguidamente.

Os resultados para a análise sensorial do feijão branco da Argentina a um e três meses após a data de produção (Figura 20 e, Figura 21 respectivamente) não mostraram diferenças significativas para os parâmetros de aspeto, textura, partidos e final entre as diferentes temperaturas de hidratação de cada painel.

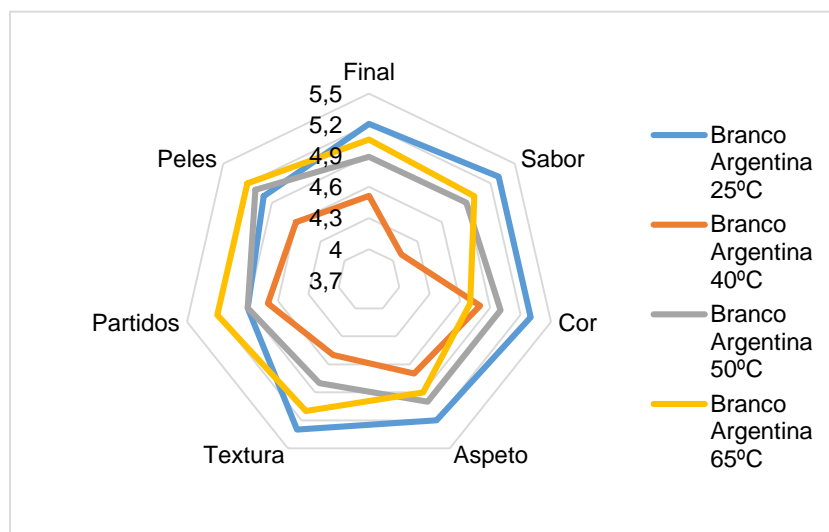


Figura 20 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão branco Argentina após um mês da data de produção

As amostras de feijão branco da Argentina hidratadas a 25°C, 50°C e a 65°C analisadas após um mês da data de produção foram descritas pelos provadores como com vegetal rachado e aberto (25 e 50°C) e demasiado cozida e com um sabor diferente do padrão (65°C) que foi caracterizado como “mofo”. Estes dados mostram que a temperatura de hidratação parece não ter um impacto significativo na quantidade de vegetal partido ao contrário do que indicou Abou-Dheir (1980).

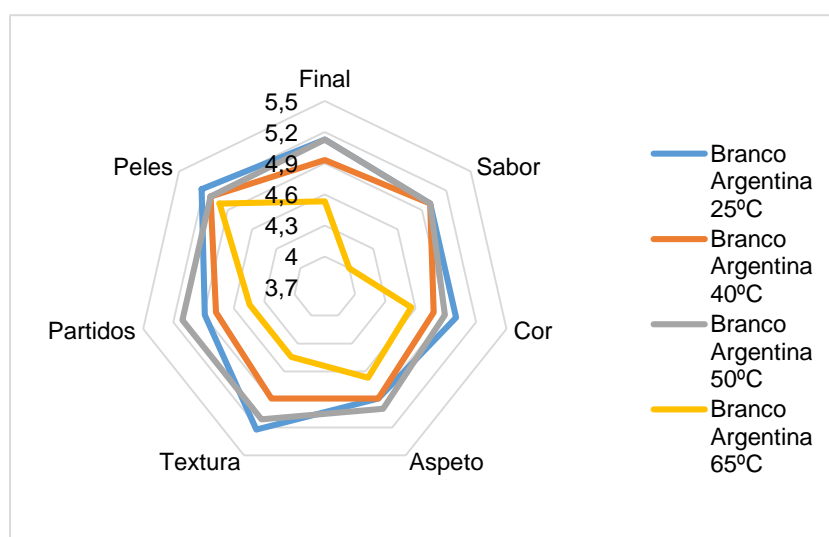


Figura 21 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Argentina após três meses da data de produção

Todas as amostras analisadas após um e três meses da data de produção foram caracterizadas como contendo vegetal partido numa percentagem inferior a metade da amostra. A amostra hidratada a 40°C e analisada três meses após a data de produção apresentou o líquido de cobertura gelatinizado.

Comparando as avaliações finais de cada temperatura de hidratação no final de um e três meses de produção é possível concluir que não existiram diferenças significativas entre as amostras produzidas com a mesma temperatura de hidratação com o tempo de *shelf-life*.

À semelhança da origem anterior, o feijão branco do Egito também não demonstrou existirem diferenças significativas entre os parâmetros de aspeto, textura, partido e final para as diferentes temperaturas de hidratação avaliadas após um (Figura 22) e três (Figura 23) meses após a data de produção

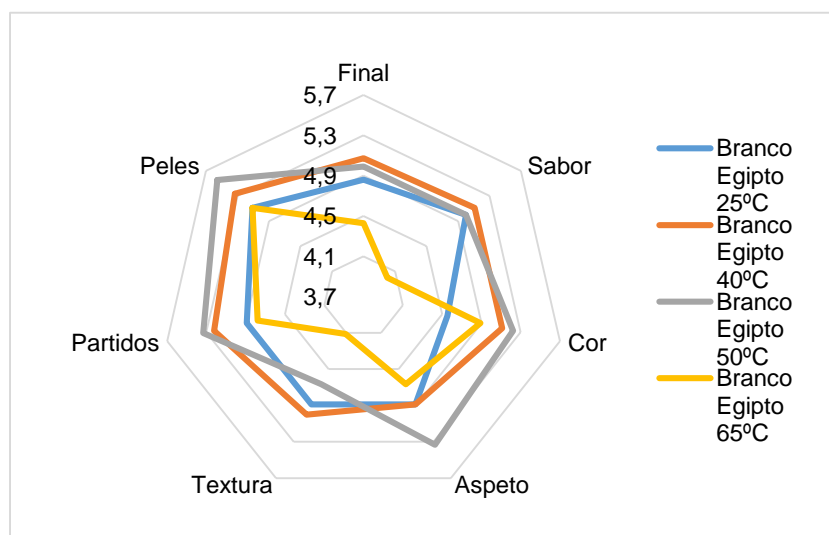


Figura 22 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão branco Egito após um mês da data de produção

Ao contrário do feijão branco da Argentina, o do Egito não revelou presenças de vegetais partidos nas amostras de 40 e 50 °C após um mês da data de produção, sendo que para as restantes temperaturas as amostras continham uma percentagem de partidos inferior a metade. As amostras analisadas três meses após a data de produção foram todas caracterizadas como tendo vegetal rachado e partido, o que pode ser devido à pressão existente no interior do vegetal. No entanto nenhuma apresentou o líquido de cobertura gelatinizado. Estes dados mostram que a temperatura de hidratação parece não ter um impacto significativo na quantidade de vegetal partido ao contrário do que indicou Abou-Dheir (1980).

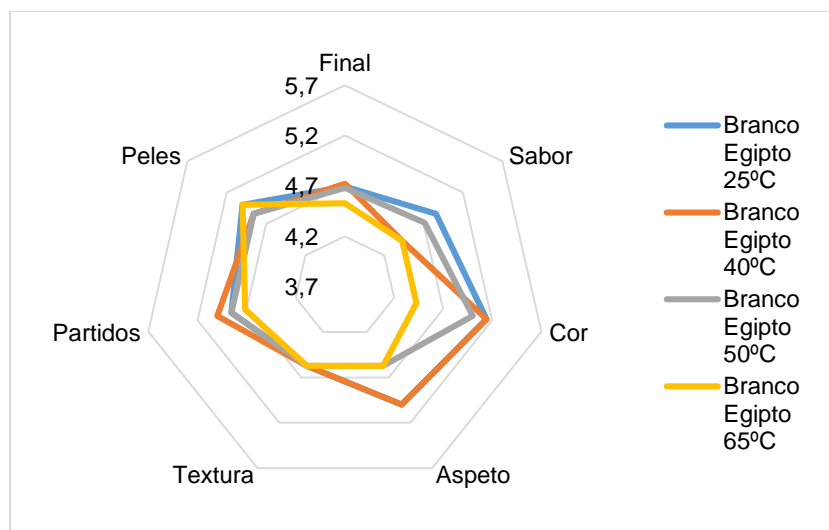


Figura 23 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Egípcio após três meses da data de produção

Comparando os resultados obtidos para as duas origens é possível concluir que não existem diferenças estatísticas entre elas para os parâmetros de textura, aspeto, presença de partidos e ponderação final para as avaliações feitas um e três meses após a data de produção. Estes resultados mostram que a origem não tem impacto na avaliação sensorial deste vegetal ao contrário do que indicaram Calvo e Rey (1999).

Através das avaliações feitas à compactação do vegetal no fundo da lata foi possível observar diferenças entre as duas origens e as diferentes temperaturas de hidratação. As temperaturas mais elevadas, que obtiveram uma maior lixiviação de sólidos solúveis do vegetal para a água de hidratação, apresentaram menor compactação do vegetal no fundo da lata. Estes resultados vão ao encontro das explicações dadas por Lu e Chang (1996) para a ocorrência de vegetal compactado no fundo da lata.

6.1.2 Feijão Preto

- Impacto no tempo de hidratação do feijão seco

À semelhança dos resultados obtidos para o feijão branco, com o aumento da temperatura da água de hidratação do feijão preto, de 25°C para 40°C, houve uma diminuição de 53%, no tempo de hidratação do feijão proveniente da Argentina (Figura 24), e de 48% no oriundo da China (Figura 25), não existindo variações entre os tempos de hidratação para as duas origens. Para a temperatura de hidratação de 65°C nenhum dos vegetais duplicou de massa, tendo a massa estabilizado antes de atingindo essa condição.

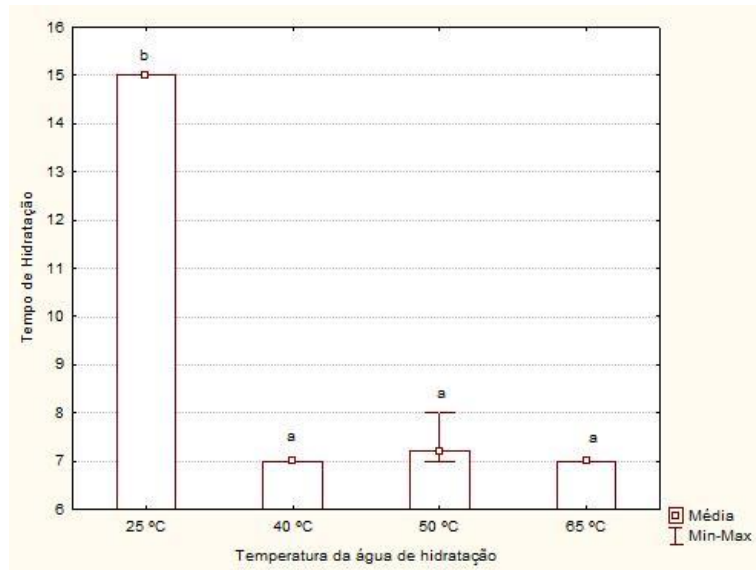


Figura 24 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão preto da Argentina para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).
la

lo vegetal entre os 25°C e os 40°C, quer pela diminuição do efeito da temperatura na velocidade de absorção de água para temperaturas superiores a 40°C, quer pela diminuição da capacidade de absorção de água a temperaturas superiores a 65°C, devido à passagem de compostos solúveis do vegetal para a água de hidratação.

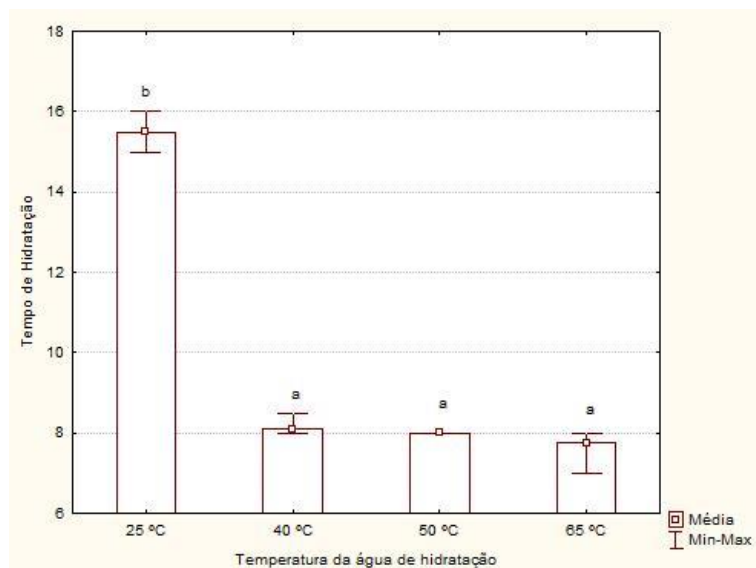


Figura 25 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do feijão preto da China para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$)

- Impacto no crescimento microbiano na água de hidratação

Outro dos impactos do aumento da temperatura é o aumento do crescimento microbiano durante a hidratação. Os resultados obtidos para o feijão preto apenas diferem dos de Granito e Álvarez (2006) na contagem de bolores e leveduras, uma vez que esta foi nula para os autores. Tomando em consideração que a flora microbiana majoritariamente presente no feijão é mesófila, a diminuição obtida com o aumento de temperatura da água de hidratação é a esperada, sendo que para a temperatura de 40°C existe crescimento bacteriano e que para temperaturas superiores a 50 °C apesar de ocorrer a morte de bactérias não esporuladas ainda se pode verificar a germinação de esporos.

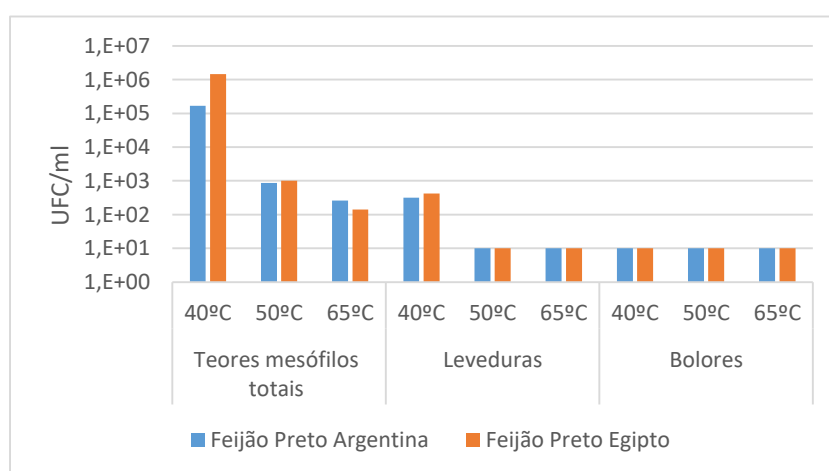


Figura 26 - Resultados obtidos para a avaliação microbiológica das águas de hidratação do Feijão Preto

Considerando que Granito e Alvaréz (2006) só obtiveram indícios de fermentação natural após 24h do vegetal estar imerso em água, e os microrganismos presentes na água de hidratação não serem termorresistentes (enterobactérias e lactobacilos) não existe, à partida, nenhum inconveniente com a alteração da temperatura de hidratação a não ser que ocorra uma paragem na linha devido a avarias e esta fase do processo demore mais tempo que o esperado.

- Impacto no teor de sólidos solúveis no líquido de cobertura do produto final

Através da comparação dos resultados obtidos para o teor de sólidos solúveis presentes no produto final é possível observar que com o aumento da temperatura de 50°C para 65°C houve uma diminuição do teor de sólidos solúveis para o feijão de origem Argentina (Tabela 9), enquanto que com o aumento da temperatura de 40 para 50°C houve uma diminuição, estes resultados vão ao encontro aos obtidos por Kon (1979). O mesmo não acontece com o

aumento da temperatura de 25 para 40°C em que o teor de sólidos solúveis aumentou. No entanto estes resultados podem ser explicados pelo facto de 40 °C não ser uma temperatura suficientemente elevada para poder provocar este tipo de fenómenos.

Tabela 9 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Preto Argentina. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

| Temperatura da água de hidratação | Média | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão |
|--|---------------------|---------------|---------------|----------------------|
| 25°C | 4,70 ^a | 4,13 | 5,26 | 0,56 |
| 40°C | 4,86 ^{a,b} | 4,11 | 5,32 | 0,41 |
| 50°C | 4,65 ^a | 3,97 | 5,57 | 0,61 |
| 65°C | 3,46 ^b | 2,78 | 3,94 | 0,43 |

Relativamente ao feijão preto da China (Tabela 10), o aumento da temperatura de hidratação de 25 para 40°C o teor de sólidos solúveis diminuiu em cerca de 17%, sendo esta diferença maior do que a descrita por Kon (1979), que concluiu que para este aumento de temperaturas a diminuição no teor de sólidos solúveis é mínima. Para o aumento da temperatura de 40°C para 50°C, verificou-se um aumento de 5% no teor de sólidos solúveis. Por outro lado, o aumento de temperatura de 50°C para 65°C teve uma variação semelhante à descrita pelo autor uma vez que obteve uma diminuição no teor de sólidos solúveis de 21%.

Tabela 10 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Feijão Preto China. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

| Temperatura da água de hidratação | Média | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão |
|--|-------------------|---------------|---------------|----------------------|
| 25°C | 5,09 ^a | 4,93 | 5,26 | 0,16 |
| 40°C | 4,20 ^a | 3,47 | 4,90 | 0,58 |
| 50°C | 4,42 ^a | 3,85 | 5,47 | 0,61 |
| 65°C | 3,47 ^b | 3,00 | 4,49 | 0,60 |

A principal consequência da perda de sólidos solúveis é a diminuição no rendimento global do processo uma vez que, quando comparados os processos com hidratação a frio e o com hidratação a 65°C existe uma diminuição de 14,4% no rendimento do processo com feijão da Argentina e de 10,5% com feijão proveniente de China.

- Impacto na textura do produto final

Com o objetivo de avaliar se alteração da temperatura de hidratação tem influência na textura do feijão preto foram efetuadas avaliações sensoriais cujos resultados se apresentam seguidamente.

Os resultados obtidos para a análise sensorial de feijão preto da Argentina um mês após a data de produção (Figura 27) mostram que existe uma diferença estatística entre:

- amostras hidratadas a 25°C e a 40°C relativamente ao parâmetro aspeto;
- amostras hidratadas a 25°C e a 65°C relativamente à textura;
- amostras hidratada a 25°C, 40 °C e 65°C relativamente à pontuação final

Todas as amostras, foram descritas pelo painel como estando partidas, e as hidratadas a 65 e 50°C como com uma textura rija.

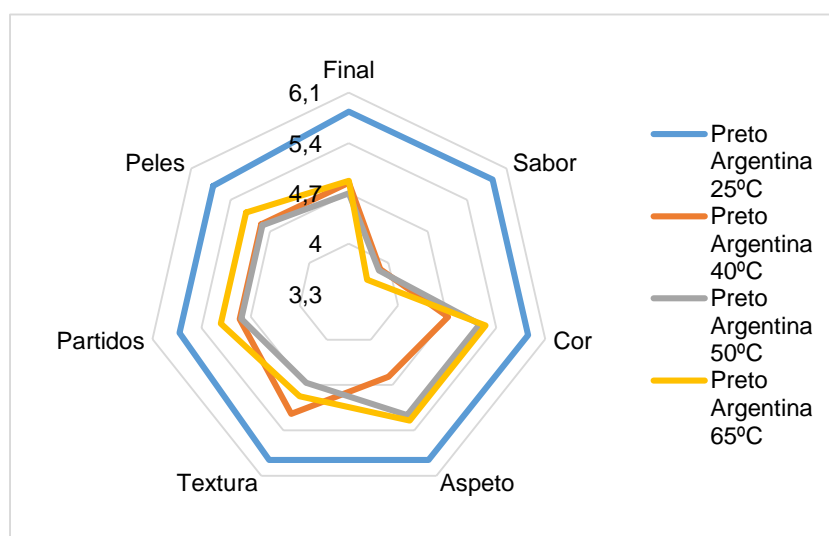


Figura 27 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão preto Argentina após um mês da data de produção

Através da avaliação feita aos resultados sensoriais do feijão preto da Argentina após três meses da data de produção (Figura 28) é possível concluir que entre as amostras das diferentes temperaturas estudadas não existem diferenças estatísticas para os parâmetros de aspeto, textura, partidos e avaliação final, apesar das amostras de feijão hidratado a 65°C terem sido as únicas descritas como rachadas, característica também obtida por Abu-Ghannam e McKenna (1997) para hidratação a quente. Também não foram encontradas diferenças estatísticas entre as avaliações sensoriais, para as amostras de hidratação a quente feitas após um e três meses da data de produção. A amostra de feijão preto da Argentina avaliada um mês após a data de produção obteve uma pontuação superior à padrão destacando-se de todas as outras, o mesmo não se verificou na avaliação após três meses da data de produção.

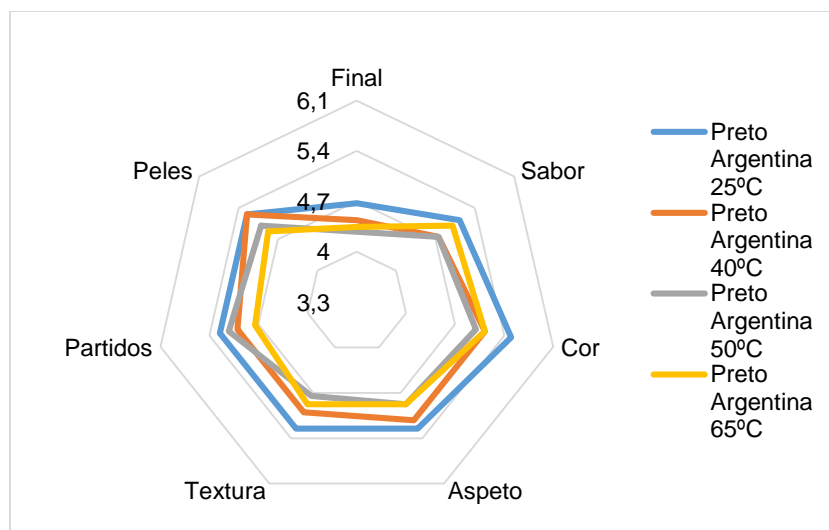


Figura 28 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão preto Argentina após três meses da data de produção

Os resultados obtidos para o feijão preto de origem chinesa não obtiveram diferenças estatísticas, entre as amostras de diferentes temperaturas, para nenhum dos parâmetros avaliados após um (Figura 29) e três meses (Figura 30) da data de produção.

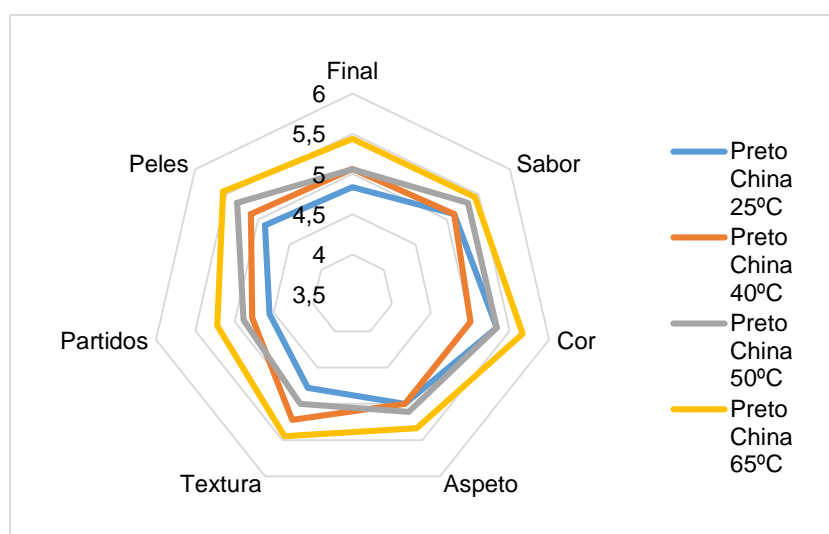


Figura 29 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão preto China após um mês da data de produção

Nas amostras avaliadas um mês após a data de produção foi detetadas uma quantidade significativa de vegetal partido, com exceção do hidratado a 65°C. A amostra correspondente à temperatura de hidratação padrão foi descrita como mole, enquanto que as restantes foram descritas como possuindo uma textura boa. Tal como para a origem anterior não existiram diferenças estatísticas entre as avaliações finais feitas um e três meses após a data de produção.

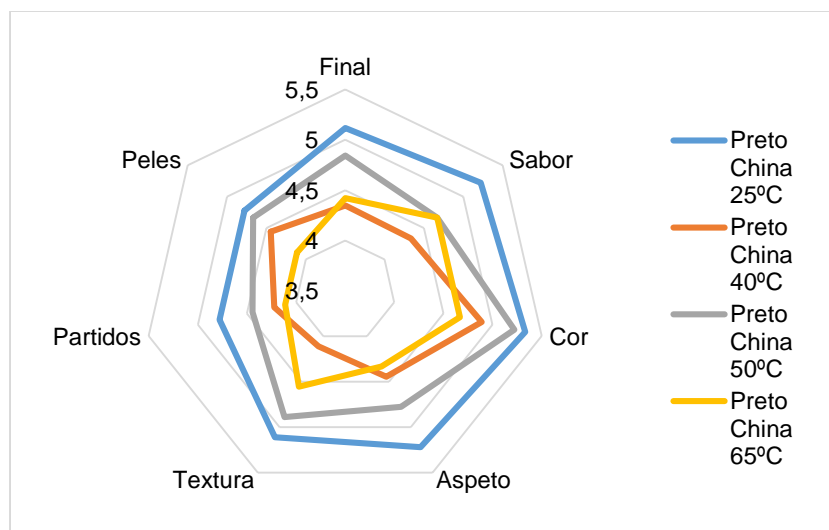


Figura 30 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial do feijão preto China após três meses da data de produção

Apesar de existir uma diferença notória entre os resultados obtidos para a avaliação sensorial entre as duas origens para a temperatura de hidratação de 25°C esta não demonstrou, tal como para as restantes temperaturas, ser significativa, resultado que se opõe ao obtido por Calvo e Rey (1999)

O feijão preto hidratado tanto a 25°C como a 40°C apresentou sempre compactação de vegetal no fundo da lata enquanto que para as amostras hidratadas a 65°C raramente havia vegetal compactado no fundo da lata. Este fenómeno pode ser explicado pelo facto de a perda de sólidos solúveis durante a hidratação ser maior a esta temperatura, havendo consequentemente uma menor perda no interior da lata aquando a esterilização e armazenamento, não havendo diferenças entre as origens.

6.1.3 Grão de Bico

- Impacto no tempo de hidratação do grão seco

À semelhança dos resultados anteriores, com o aumento da temperatura da água de hidratação do grão de bico, de 25°C para 40°C, houve uma diminuição de 42%, no tempo de hidratação do grão de bico proveniente da Argentina (Figura 31), e de 51% do proveniente dos Estados Unidos da América (Figura 32). Apesar de existir uma variação de 1% no tempo de hidratação entre origens, esta não é estatisticamente relevante.

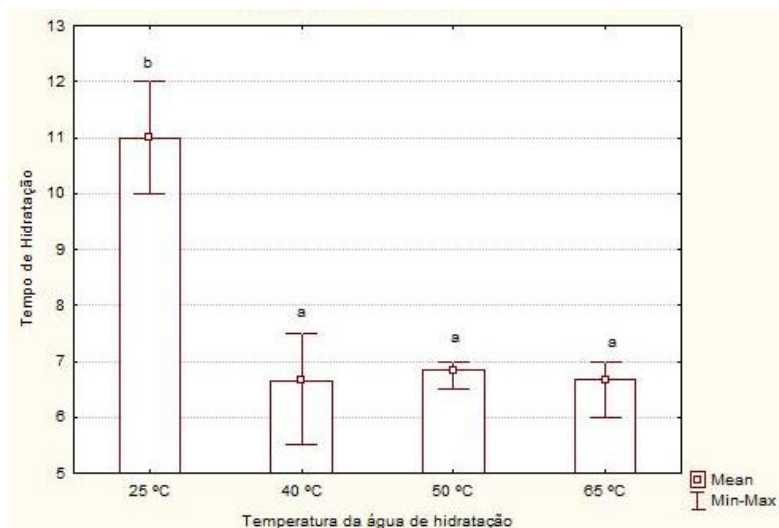


Figura 31 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do Grão de bico da Argentina para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p > 0,05$).

Os resultados obtidos tanto para a velocidade como para a capacidade de hidratação do vegetal foram similares aos obtidos por Gowen *et al.* (2007) e Shafei *et al.* (2014), uma vez que com o aumento de temperaturas de hidratação superiores a 38°C não houve um efeito pronunciado na velocidade de absorção de água e que a capacidade de hidratação do vegetal para temperaturas de água de hidratação superiores a 60°C não é suficiente para este duplicar a massa, uma vez que esta estabiliza antes de do rendimento ótimo ser atingido. Seguidamente são avaliados os resultados para os teores de sólidos solúveis presentes no produto final com o objetivo de avaliar o impacto da lixiviação de compostos solúveis, apontada por Kon (1979) como a principal causa da diminuição da capacidade de hidratação, na qualidade do produto final.

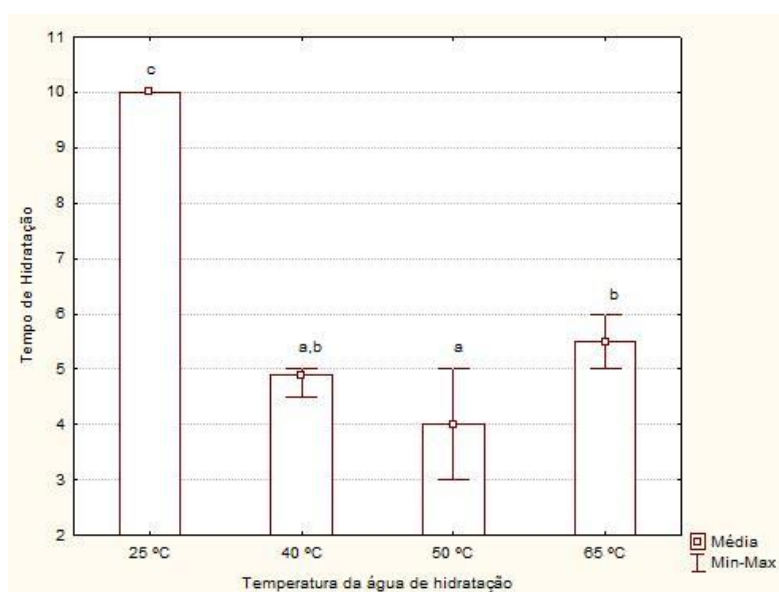


Figura 32 - Resultados obtidos para os tempos de hidratação do Grão de bico dos EUA para as diferentes temperaturas de hidratação. As letras indicam diferenças significativas entre os valores ($p > 0,05$).

- Impacto no crescimento microbiano na água de hidratação

A alteração da temperatura da água de hidratação pode provocar um aumento da flora microbiana presente na fase de hidratação e consequentemente a fermentação do vegetal, Hatzikamari, *et al.* (2007). Os resultados obtidos (Figura 33) vão ao encontro aos dos autores uma vez que a maioria dos microrganismos por eles encontrados são mesófilos, não existindo crescimento de bolores, sendo que três das espécies de bacilos crescem entre os 50 °C e os 55°C. Apesar dos autores não terem referenciado o crescimento de leveduras citam outros estudos dizendo que este é possível de ocorrer.

Tomando em consideração que a flora microbiana maioritariamente presente no grão de bico é mesófila, a diminuição da contaminação microbiológica obtida com o aumento da temperatura da água de hidratação é a esperada, sendo que para a temperatura de 40°C ainda existe crescimento bacteriano e que para temperaturas superiores a 50 °C apesar de ocorrer a morte de bactérias não esporuladas ainda se pode verificar a presença de esporos germinados.

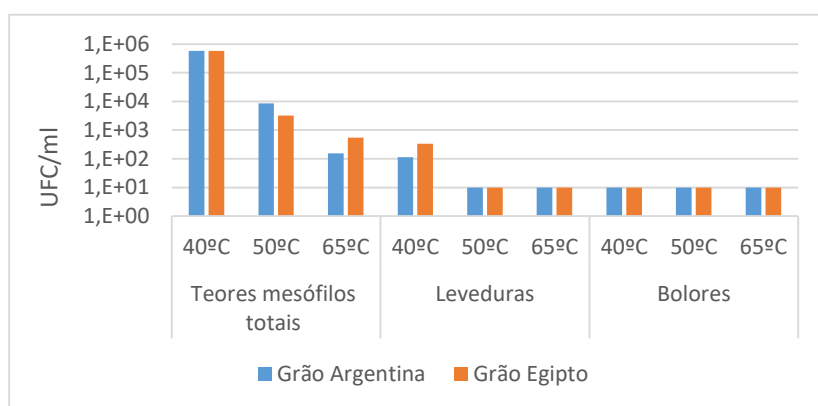


Figura 33 - Resultados obtidos para a avaliação microbiológica das águas de hidratação do Grão de bico

- Impacto no teor de sólidos solúveis no líquido de cobertura do produto final

Comparando os resultados obtidos para as diferentes temperaturas de hidratação do grão de bico da Argentina (Tabela 11) é possível observar que os resultados não vão ao encontro aos obtidos por Kon (1979) uma vez que a maior diminuição no teor de sólidos solúveis foi quando se passou de uma hidratação a frio para a temperatura de 40°C, cerca de 12%, em vez do aumento de temperatura de 50 para 65°C, apenas 8%. Por outro lado, a variação com o

amento da temperatura de hidratação de 40 para 50°C foi insignificante tal como a descrita pelo autor.

Tabela 11 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Grão de bico Argentina. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

| Temperatura da água de hidratação | Média | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão |
|--|-------------------|---------------|---------------|----------------------|
| 25°C | 6,11 ^a | 5,62 | 6,6 | 0,49 |
| 40°C | 5,36 ^b | 4,32 | 6,08 | 0,51 |
| 50°C | 5,38 ^b | 5,13 | 5,77 | 0,26 |
| 65°C | 4,93 ^b | 4,65 | 5,37 | 0,23 |

Avaliando os valores obtidos para o teor de sólidos solúveis presentes nos produtos finais dos testes elaborados ao grão de bico dos EUA apenas a alteração da temperatura de 50 para 65°C obteve uma variação semelhante ao obtido por Kon (1979). Os restantes aumentos de temperaturas obtiveram variações positivas no teor de sólidos solúveis, uma vez que aumentou 3% com a mudança da temperatura de 25 para 40°C e 7% com o aumento de 40 para 50°C.

Tabela 12 - Valores obtidos para os Teores de sólidos solúveis para o Grão de bico EUA. As letras indicam as diferenças significativas entre os valores ($p>0,05$).

| Temperatura da água de hidratação | Média | Mínimo | Máximo | Desvio Padrão |
|--|----------------------|---------------|---------------|----------------------|
| 25°C | 5,32 ^{a, b} | 5,22 | 5,44 | 0,12 |
| 40°C | 5,48 ^b | 5,19 | 6,25 | 0,36 |
| 50°C | 5,88 ^c | 5,56 | 6,60 | 0,38 |
| 65°C | 5,12 ^a | 5,00 | 5,25 | 0,09 |

A principal consequência da diminuição da capacidade de absorção de água pelo vegetal é a perda de rendimento do processo. Quando comparados os rendimentos globais do processo com as temperaturas de hidratação de 25 e 65°C é possível observar uma diminuição no rendimento de 4,9% para o grão de bico de Argentina e de 16,1% para o dos EUA.

- Impacto na textura do produto final

Com o objetivo de avaliar se a alteração da temperatura de hidratação tem influência na textura do grão de bico foram efetuadas avaliações sensoriais cujos resultados se apresentam seguidamente.

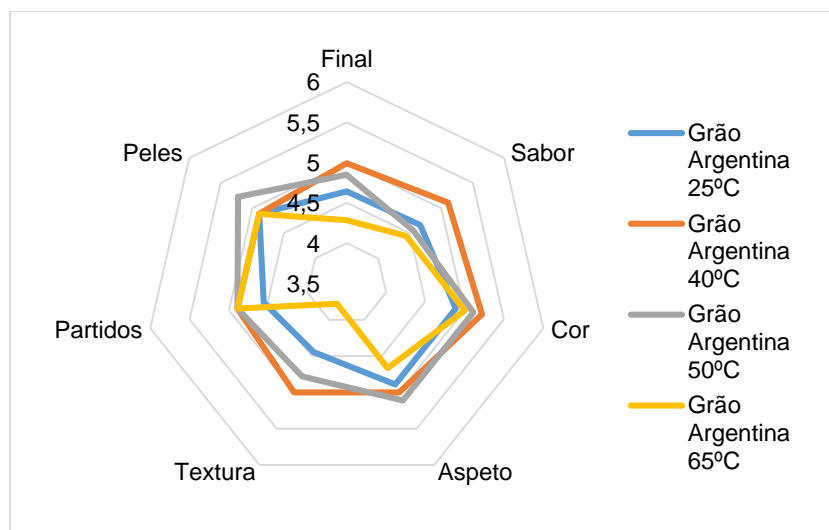


Figura 34 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico da Argentina após um mês da data de produção.

Os resultados obtidos para o grão de bico da Argentina, provado um mês após a data de produção (Figura 34), são estatisticamente semelhantes para os parâmetros de aspeto, partidos e final entre todas as amostras, mas para a textura a amostra hidratada a 65°C é estatisticamente diferente das restantes, tendo sido caracterizada como rijo e com sabor a mofo. Todas as amostras analisadas foram caracterizadas como rachadas e partidas, o que opõe os resultados de Abu-Ghannam e McKenna (1997) que adicionalmente concluíram que o aumento de vegetal rachado em amostra hidratadas a quente se deve ao aumento da pressão interna dos cotilédones.

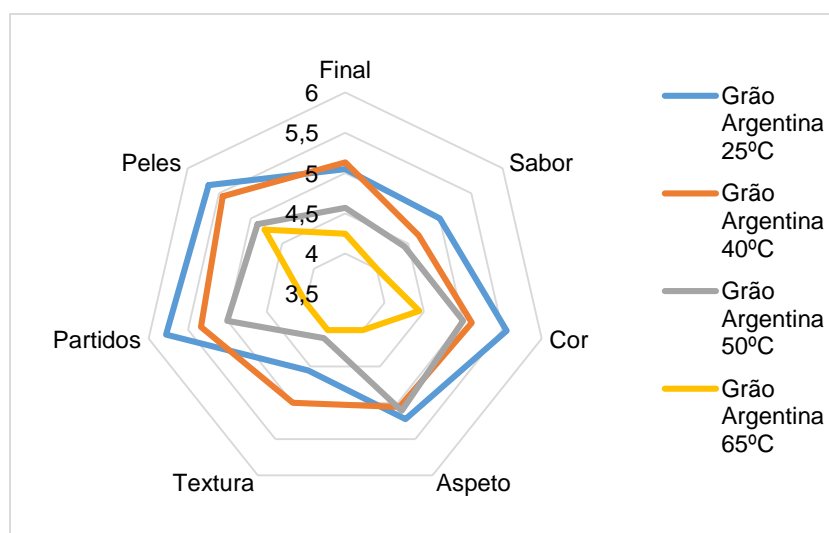


Figura 35 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico da Argentina após três meses da data de produção.

Para o vegetal provado três meses após a data de produção (Figura 35) só existiram diferenças estatísticas para o parâmetro correspondente ao vegetal partido presente na amostra para a temperatura de hidratação de 65°C quando comparada com as diferentes amostras, apesar de todas as amostras terem sido descritas como rijas e rachadas à exceção da hidratada a 40°C. Quando comparadas as avaliações sensoriais das amostras efetuadas após um e três meses da data de produção, não foram encontradas diferenças estatísticas na avaliação final de cada amostra.

Para o grão de bico dos EUA avaliado um mês após a data de produção (Figura 36) a amostra hidratada a 65°C foi estatisticamente diferente das restantes em todos os parâmetros avaliados exceto na quantidade de vegetal partido presente na amostra, tendo sido caracterizada com uma textura rija e sabor a mofo. Ao contrário da origem anterior só o grão de bico hidratado a 25°C é que apresentava, segundo os provadores, vegetal rachado.

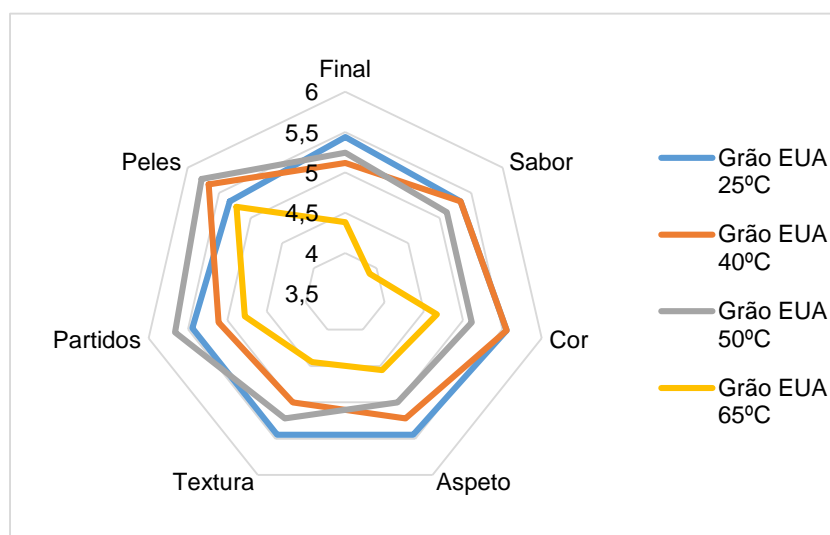


Figura 36 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico dos EUA após um mês da data de produção

Para o grão de bico dos EUA avaliado três meses após a data de produção (Figura 37) não existiram diferenças significativas para nenhum dos parâmetros avaliados estatisticamente, apesar da amostra hidratada a 65°C ter sido caracterizada como rija e com vegetal rachado, e a de 25°C como tendo vegetal partido. Quando comparadas as duas avaliações sensoriais só o vegetal hidratado a 65°C é que apresentou uma diferença estatisticamente significativa na avaliação final, sendo, segundo os provadores, a amostra avaliada após três meses substancialmente melhor que a primeira.

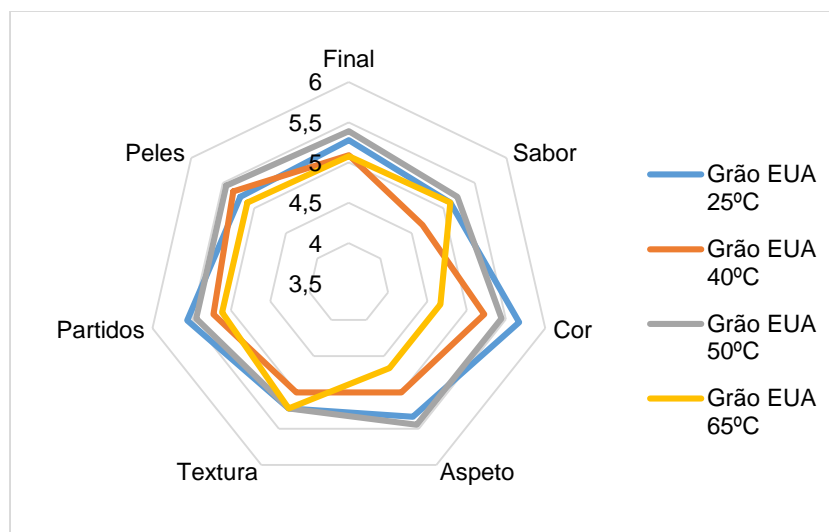


Figura 37 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico dos EUA após três meses da data de produção

Comparando os resultados obtidos para as duas origens é possível concluir que não existem diferenças significativas para os parâmetros de aspeto, textura, presença de vegetal partido e ponderação final entre as origens, conclusão que vai de encontro ao obtido por Calvo e Rey (1999).

Em nenhuma das amostras de grão de bico, ao contrário dos outros vegetais em estudo, houve compactação do vegetal no fundo da lata, este fator pode ser explicado pela menor libertação de amido deste tipo de vegetal para o líquido de cobertura (Lu & Chang, 1996).

6.2 Estudo do Impacto da Presença de Sal no Líquido de Cobertura da Conserva

6.2.1 Feijão Branco

Através da comparação dos resultados obtidos para as amostras com e sem sal de feijão branco da Argentina provados um mês após a data de produção (Figura 38) é possível observar que não existem diferenças estatísticas entre as amostras com e sem sal a nível de textura, aspeto, vegetal partido e avaliação final. As amostras sem sal foram caracterizadas como contendo vegetal partido para a temperatura de hidratação de 25°C, e com o líquido de cobertura gelatinizado e vegetal rachado e partido para a hidratação a 40°C. Estes resultados vão ao encontro dos obtidos por Van Buren (1986) que conclui que apesar de existirem diferenças na textura entre o feijão-verde cozinhado com e sem sal estas não são perceptíveis sensorialmente. A presença do líquido de cobertura gelatinizado deve-se à lixiviação do amido

presente no vegetal ser mais acentuada na hidratação a quente, e respetiva gelificação no líquido de cobertura.

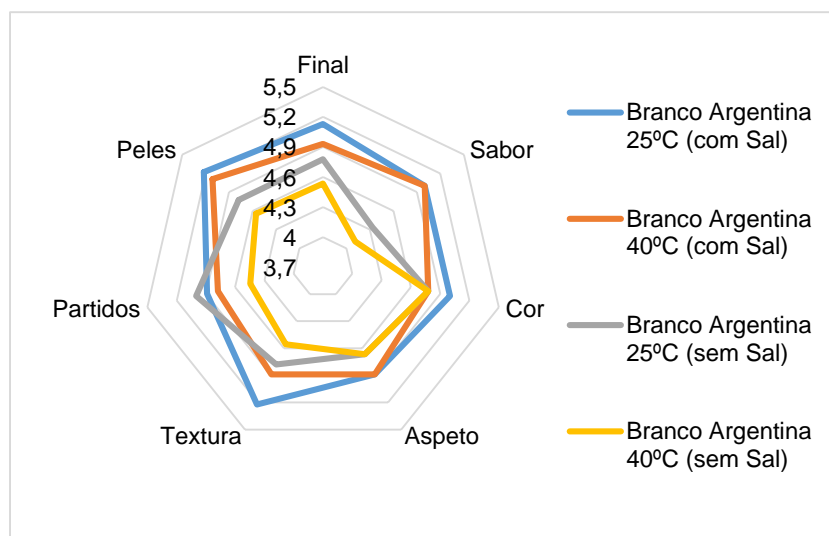


Figura 38 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Argentina, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura

Por outro lado, as amostras com e sem sal de feijão branco do Egipto, avaliadas um mês após a data de produção (Figura 39), apresentam diferenças estatísticas entre as amostras com e sem sal nos parâmetros de textura, presença de vegetal partido e avaliação final. As amostras sem sal foram caracterizadas como contendo vegetal partido e demasiado cozido, sendo que para a temperatura de hidratação de 40°C o vegetal encontrava-se mais rachado que partido. Quando comparadas as amostras de origens diferentes também não foram encontradas diferenças estatísticas para os parâmetros de aspeto, textura, presença de vegetal partido e ponderação final, este resultado demonstra que a origem não tem influência no impacto do teor de sal na textura dos vegetais.

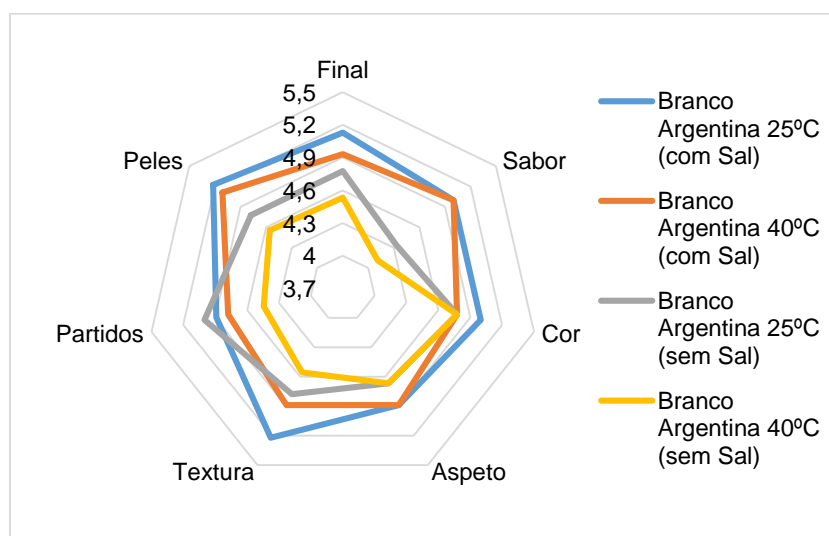


Figura 39 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão branco Egipto, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura

Quanto à influência do teor de sal na compactação do vegetal no fundo da lata, esta demonstrou ter influência para ambas as origens, apesar de ter impactos opostos em relação à temperatura de hidratação, uma vez que para a hidratação a frio a amostra sem sal aparentou estar menos compactada no feijão da Argentina e mais compactada na do Egito. Para a temperatura de hidratação de 40°C verificaram-se as condições opostas, fenômeno que pode dever-se à influência da origem nestes parâmetros (Lu & Chang, 1996).

6.2.2 Feijão Preto

Comparando os resultados obtidos na avaliação sensorial um mês após a data de produção para as amostras com e sem sal do feijão preto da Argentina (Figura 40) só existem diferenças estatísticas nos parâmetros aspeto, textura, quantidade de vegetal partido e avaliação final entre as amostras com e sem sal hidratadas a frio. As amostras sem sal hidratadas a 40°C foram caracterizadas contendo vegetal rachado e demasiado cozido. Estes resultados devem-se, respetivamente, ao aumento da pressão interna no vegetal e possivelmente à maior facilidade de dissolução das paredes celulares devido à ausência de sal na conserva.

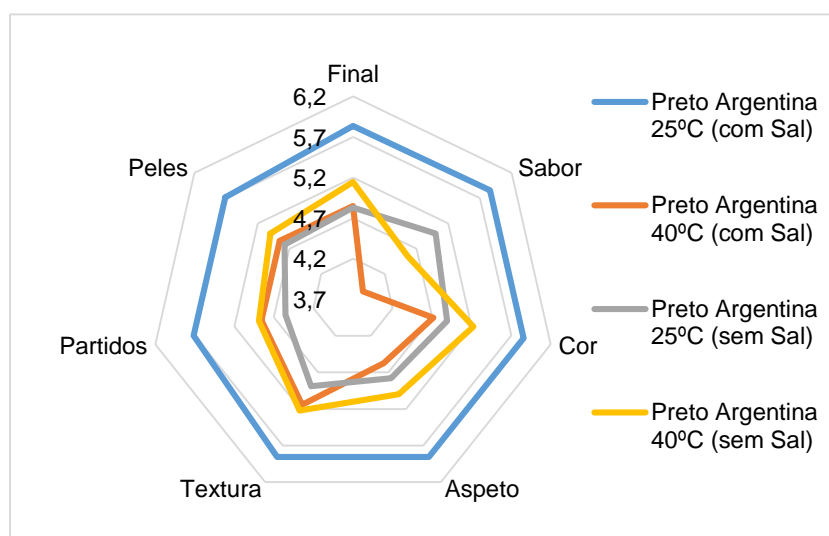


Figura 40 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão preto Argentina, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura

Por outro lado, quando comparados as amostras com e sem sal de feijão preto oriundo da china (Figura 41) não existem diferenças estatísticas entre as amostras com e sem sal para os parâmetros de aspeto, textura, percentagem de partidos e avaliação final, tal como o concluído por Van Buren (1986).

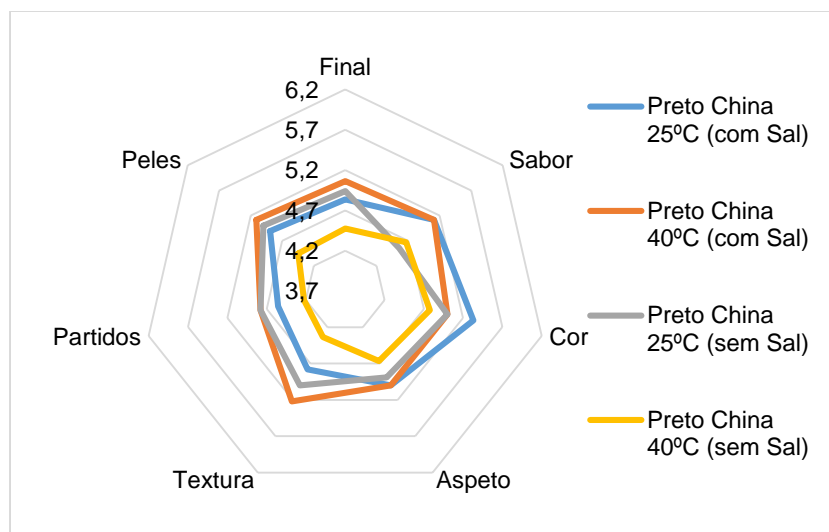


Figura 41 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de feijão preto China, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura

Quando comparadas as amostras de origens diferentes também não foram encontradas diferenças estatísticas para os parâmetros de aspeto, textura, presença de vegetal partido e ponderação final. O que demonstra que a origem não tem influência no impacto teor de sal na textura dos vegetais.

Em relação à compactação do vegetal no fundo da lata o teor de sal na conserva só se verificou influente no feijão preto da China hidratado a 40°C, estando o vegetal mais compactado do que hidratado nas mesmas condições, mas com presença de sal na conserva. Estes resultados podem ser explicados devido ao impacto que a origem tem neste parâmetro e pelo impacto que a temperatura tem na lixiviação de compostos solúveis presentes no vegetal (Lu & Chang, 1996).

6.2.3 Grão de bico

Os resultados obtidos através da comparação das avaliações sensoriais de amostras de grão de bico com e sem sal avaliadas um mês após a data de produção demonstram que para o grão de bico proveniente da Argentina (Figura 42) não existem diferenças significativas para nenhuma das temperaturas avaliadas para os parâmetros de aspeto, textura, vegetal partido e ponderação final, resultados semelhantes aos de Van Buren (1986) que também não obteve diferenças sensoriais entre o feijão-verde cozinhado com e sem sal. As amostras sem sal foram todas descritas como apresentando vegetal rachado.

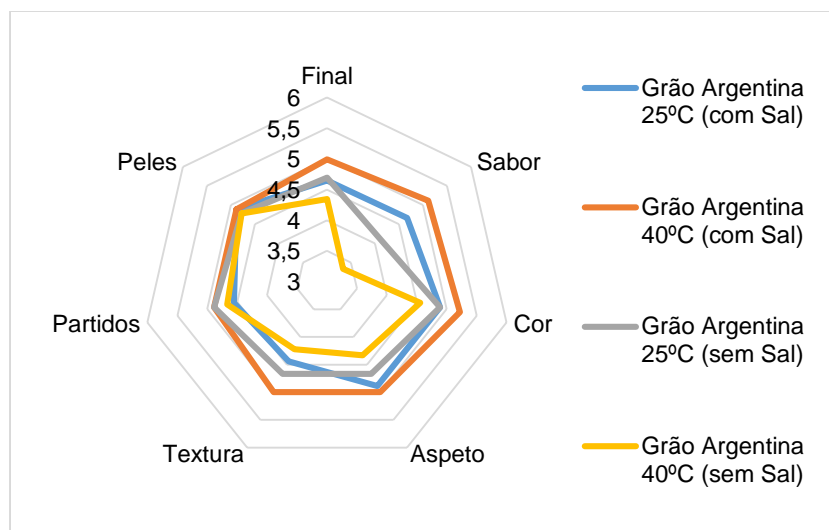


Figura 42 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico Argentina, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura

Quanto ao grão de bico dos EUA (Figura 43) existem diferenças estatísticas para as amostras hidratadas a 25°C no que respeita aos parâmetros de textura e pontuação final, apesar do grão de bico sem sal hidratado a 40°C apresentar o líquido um pouco gelatinizado, o que pode ser devido à libertação de amido para o líquido de cobertura, consequência do aumento da permeabilidade do tegumento, e respetiva gelificação do amido devido às temperaturas existentes na esterilização.

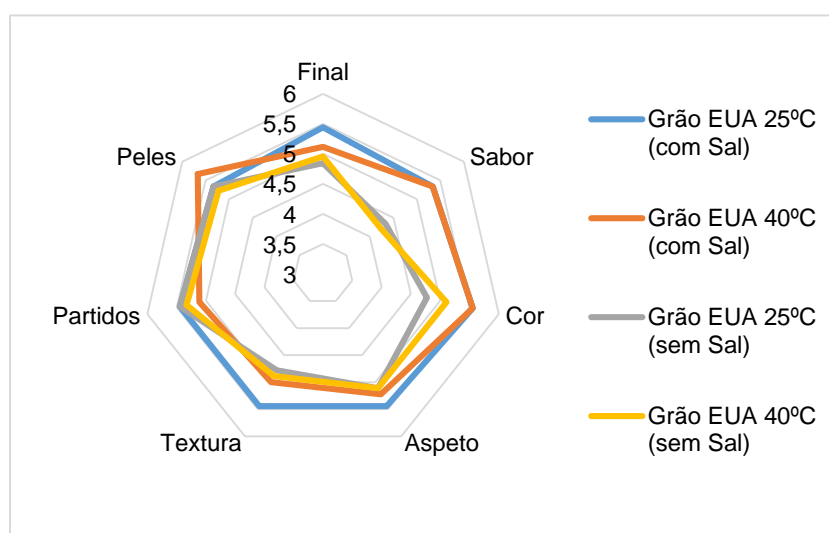


Figura 43 - Resultados obtidos para a avaliação sensorial de grão de bico EUA, após um mês da data de produção, com e sem sal no líquido de cobertura

Quando comparadas as amostras de origens diferentes não foram encontradas diferenças estatísticas para os parâmetros de aspeto, textura, presença de vegetal partido e ponderação final. O que demonstra que a origem não tem influência no impacto teor de sal nestes parâmetros.

O teor de sal na conserva tal como a origem e temperatura de hidratação não demonstrou ter impacto na compactação do grão de bico no fundo da lata, uma vez que, à semelhança das amostras supracitadas, nenhuma das latas avaliadas tinha grão de bico compactado. Este fenómeno poderá estar relacionado com a reação do grão de bico à cozedura a temperaturas elevadas como são as de esterilização, uma vez que este tem uma maior tendência para enrijecer do que amolecer quando estas são praticadas.

7 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos para o impacto da origem geográfica, da temperatura de hidratação e da ausência de sal no líquido de cobertura do produto final, é possível retirar as seguintes conclusões:

- A **origem geográfica** do vegetal apenas implicou diferenças significativas nas condições de hidratação do feijão branco, registrando-se uma variação de 27% no tempo de hidratação entre as duas origens estudadas. Também se verificou a influência da origem geográfica na compactação no fundo da lata, uma vez que o feijão branco da Argentina apresentou uma maior tendência para este fenómeno que o do Egito. Contudo, a origem geográfica não apresentou ter um impacto significativo na percepção sensorial da textura nos diferentes vegetais enlatados avaliados.
- A **ausência de sal** tem influência na textura do vegetal, na compactação do vegetal no fundo da lata e na gelificação do líquido de cobertura, apesar de esta poder variar consoante a origem geográfica de produção do vegetal e da temperatura de hidratação. O feijão preto da Argentina hidratado a 25 °C foi o único que apresentou diferenças significativas na textura face à igual amostra com sal na sua formulação. Face à gelificação do líquido de cobertura a ausência de sal só apresentou ter influência no feijão branco e no grão de bico. Relativamente à compactação de vegetal no fundo da lata a ausência de sal mostrou ter um impacto significante em todas as amostras de feijão branco e no feijão preto da china hidratado a 40 °C, não influenciando o comportamento do grão de bico face a este parâmetro.
- Relativamente à **temperatura da água de hidratação**, verificou-se que apenas o aumento da temperatura para 65°C teve influência na percepção sensorial da textura do vegetal e na sua compactação no fundo da lata quando comparada com o hidratação a frio, não se registando alterações significativas a 40°C nem a 50°C. Após hidratação a 65°C, raramente se observou compactação no fundo da lata em todos os vegetais analisados, mas existiram diferenças estatísticas consideráveis no que respeita ao parâmetro textura face aos resultados da temperatura padrão (25 °C). Contudo, verificou-se que este fator teve um impacto significativo no tempo de hidratação dos vegetais e na composição em sólidos solúveis do produto final, tendo-se observado que nenhum dos vegetais duplicou a sua massa quando hidratado a 65°C e que existe uma quebra considerável no rendimento do processo (até 17%) quando comparado com um processo cuja hidratação tenha sido feita a frio. Salienta-

se, portanto, a necessidade de um estudo mais aprofundado a nível da perda de sólidos solúveis para a água de hidratação a temperaturas superiores a 60 °C.

- Adicionalmente, o aumento da temperatura da água de hidratação mostrou ter um impacto significativo no processo de hidratação, tendo-se verificado uma diminuição de até 52% no tempo de hidratação para o feijão branco, 51% para o preto e 53% para o grão de bico. A implementação da hidratação a quente poderá impactar muito positivamente no tempo do processamento industrial do vegetal, contribuindo para maior disponibilidade da linha para produção.

Os principais inconvenientes com o aumento da temperatura da água de hidratação são o aumento do consumo de energia e o aumento da possibilidade de fermentação do vegetal em casos de avarias na linha de produção. O aumento do consumo de energia associado ao aumento da temperatura pode ser minimizado através da utilização da água quente que sai da branqueadora para aquecer a água de hidratação e a isolação dos depósitos de hidratação de modo a minimizar perdas térmicas e consequentes consumos de energia acrescidos.

De modo a melhor avaliar o impacto que as paragens da linha de produção poderão ter no vegetal hidratado a quente é importante precaver e estudar até quanto tempo após a hidratação completa do vegetal este poderá estar nos depósitos sem que ocorra fermentação, de modo a que as perdas de qualidade e matéria-prima sejam mínimas.

Sabendo que a linha de produção de vegetais apertizados funciona em alternância com outras linhas existentes na fábrica, a diminuição do tempo de hidratação do vegetal não tem uma importância fundamental no funcionamento normal da fábrica. E que as alterações avaliadas não resultaram numa melhoria da textura do vegetal enquanto produto final, não aconselho que sejam feitas alterações na linha de produção de vegetais enlatados.

8 REFERÊNCIAS

Abou-Dheir, B. S., 1980. *Effect of Processing variables on the canned quality of Fava beans*. 1 ed. Iowa: Iowa State University.

Abu-Ghannam, N. & McKenna, B., 1997. Hydration Kinetics of Red Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Journal of Food Science*, Volume 62, pp. 520-523.

Ahmed, J., 2011. Rheometric non-isothermal gelatinization kinetics of mung bean starch slurry: Effect of salt and sugar – Part 1. *Journal of Food Engineering*, Volume 109, pp. 321-328.

Atlas, R. M., 1997. *Principles of Microbiology*. 2^o ed. Iowa: Wm. C. Brown Publishers.

Attia, R. S., Shehata, A. M. E.-T., Aman, M. & Hamza, M. A., 1994. Effect of cooking and decortication on the physical properties, the chemical composition and the nutritive value of chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Food Chemistry*, Volume 50, pp. 125-131.

Barros, M. & Prudencio, S. H., 2016. Physical and chemical characteristics of common bean varieties. *Semina: Ciências Agrárias*, Volume 37, pp. 751-762.

Bekker, L. J., 2009. *Investigation and evaluation of the canning production processes of various cultivars of small white beans*. 1 ed. Stellenbosch: University of Stellenbosch.

Belitz, H. D., Grosch, W. & Schieberle, P., 2012. *Química de los alimentos*. 3^a ed. Zaragoza: Acribia, S.A..

Bellido, L. L. & García, M. F., 1986. Garbanzo Para alimentación humana. *Agricultura*, Volume 647, pp. 402-409.

Blasi, P., D'Souza, S. S., Selmin, F. & DeLuca, P. P., 2005. Plasticizing effect of water on poly(lactide-co-glycolide). *Journal of controlled release*, Volume 108, pp. 1-9.

Bourne, M., 2002. Texture, Viscosity and Food. Em: *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*. 2 ed. Geneva: Academic Press, pp. 1-30.

Cai, T. D. & Chang, K., 1997. Processing to improve Quality of Dehydrated Precooked Pinto Beans. *Journal of Food Science*, Volume 62, pp. 141-144.

Calvo, M. S. & Rey, J. A. d., 1999. Sensory analysis of beans (*Phaseolus vulgaris*). *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment*, Volume 3, pp. 201-204.

Campos, A. C. T. et al., 2014. Atividade repelente e inseticida do óleo essencial de carqueja doce sobre o caruncho do feijão. *Revista Brasileira Agrícola e Ambiental*, Volume 18, pp. 861-865.

Carbonell, S. A. M., Carvalho, C. R. L. & Pereira, V. R., 2003. Qualidade Tecnológica de Grão de Genótipos de Feijoeiro Cultivados em Diferentes Ambientes. *Bragantia*, Volume 62, pp. 369-379.

Coelho, S. R. M., Cielo, M. A. & Téó, C. R. P. A., 2006. Pós-colheita de feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.): Efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas. *Revista Varia Scientia*, Volume 6, pp. 43-49.

Cravens, W., 2008. *Structure of Plant Cell Walls/fwcdscience*. [Online] Available at: <https://fwcdscience.wikispaces.com/file/view/Lamella.jpg/43445279/Lamella.jpg> [Acedido em 3 Outubro 2016].

De Ron, A. M. et al., 2015. Common Bean. Em: A. M. De Ron, ed. *Grain Legumes*. Pontevedra: Springer, pp. 1-38.

Debouck, D. & Hidalgo, R., 1986. *Morphology of the common bean plant - Phaseolus vulgaris*. Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Esteves, A. M., Abreu, C. M. P., Santos, C. D. & Corrêa, A. D., 2002. Comparação Química e Enzimática de Seis Linnhagens de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Volume 26, pp. 999-1005.

Faroni, L. R. A. & Sousa, A. H., 2006. Aspectos Biológiocos e Taxonômicos dos Principais Insecto-Praga de Produtos Armazenados. Em: F. A. C. Almeida, M. E. M. Duarte & M. E. R. M. C. Mata, edits. *Tecnologia de Armazenagem de Sementes*. Campina Grande: UFCG, pp. 371-402.

Fellows, P., 2000. *Food Processing Techniques - Principles and Prattice*. 2º ed. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Fonseca, J. R. & Silva, J. G., 2005. *Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais - Pós Colheita*. [Online]

Available at:

<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoIrrigadoNoroesteM>

[G/pos_colheita.htm](#)

[Acedido em 22 Julho 2016].

Food and Agriculture Organization, 2014. [Online].

Fratianni, F. et al., 2014. Polyphenol composition and antioxidant activity of different grass pea (*Lathyrus sativus*), lentis (*Lens culinaris*), and chickpea (*Cicer arietinum*) ecotypes of the Campania region (Southern Italy). *Elsevier*, Volume 7, pp. 551-557.

Frias, J. et al., 2000. Influence of Processing on available carbohydrate content and antinutritional factors of chickpeas. *European Food Research and Technology*, Volume 210, pp. 340-345.

Gaur, P. M., Thudi, M., Samineni, S. & Varshney, R., 2014. Advances in chickpea Genomics. Em: S. Gupta, N. Nadarajan & D. S. Gupta, edits. *Legumes in the Omic Era*. 1 ed. New York: Springer Science+Business Media, pp. 73- 94.

González, A. M. et al., 2006. Genetic variation and environment effects on agronomical and commercial quality traits in the main European market classes of dry bean. *Field Crops Research*, Volume 95, pp. 336-347.

Gowen, A., Abu-Ghannam, N., Frias, J. & Oliveira, J., 2007. Modelling the water absorption process in chickpeas (*Cicer arietinum* L.) - The effect of blanching pre-treatment on water intake and texture kinetics. *Journal of Food Engineering*, Volume 78, pp. 810-819.

Granito, M. & Álvarez, G., 2006. Lactic acid fermentation of black beans (*Phaseolus vulgaris*): microbiological and chemical characterization. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Volume 86, pp. 1164-1171.

Hatzikamari, M., Yiangou, M., Tzanetakis, N. & Litopoulou-Tzanetaki, E., 2007. Changes in numbers and kinds of bacteria during chickpea submerged fermentation used as a leavening agent for bread production. *International Journal of Food Microbiology*, Volume 116, pp. 37-43.

Instituto Nacional de Estatística, 2010. [Online].

ISO 15213:2003, 2003. *Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of sulfite-reducing bacteria growing under anaerobic conditions*. s.l.:International Standard Organization.

ISO 6833:2003, 2003. Microbiology of food and animal feeding stuffs - Horizontal method for the enumeration of microorganisms - Colony-count technique at 30°C. Em: s.l.:s.n.

ISO 6887-6:2013, 2013. Microbiology of food and animal feed - Preparation of test samples, initial suspension and decimal dilutions for microbiological examination.

Jorge, N., 2013. *Embalagens para alimentos*. 1 ed. São Paulo: UNESP.

Jukanti, A. K., M., G. P., Gowda, C. L. & N., C. R., 2012. Nutritional quality and health benefits of chickpea (*Cicer arietinum* L.): a review. *British Journal of Nutrition*, Volume 108, pp. S11-S26.

Khanal, R. et al., 2014. Genotypic Association of Parameters Commonly Used to Predict Canning Quality of Dry Bean. *Crop Science*, Volume 54, pp. 2564-2573.

Kigel, J., 1999. Culinary and nutritional quality of *Phaseolus Vulgaris* seed as affected by environmental factors. *Biotechnology, Agronomy, Society and Environment Journal*, Volume 3, pp. 205-209.

Kon, S., 1979. Effect of Soaking Temperature on Cooking and Nutritional Quality of Beans. *Journal of Food Science*, 44(5), p. 1329-1335.

Landry, W. L., Schwa, A. H. & Lancette, G. A., 2001. Examination of Canned Foods. Em: *Bacteriological Analytical Manual*. s.l.:U.S. Food and Drug Administration.

Lawless, H. T. & Heyman, H., 2010. *Sensory Evaluation of Food*. 2 ed. New York: Springer.

Lenzi, S., s.d. *Conheça todos os benefícios do feijão e se ele engorda ou emagrece*. [Online] Available at: <http://www.treinomestre.com.br/conheca-todos-os-beneficios-do-feijao-e-se-ele-engorda-ou-emagrece/>
[Acedido em 1 Outubro 2016].

Leopold, A. C., 1983. Volumetric Components of Seed Imbibition. *Plant physiology*, Volume 73, pp. 677-680.

Lu, W. & Chang, K. C., 1996. Correlations Between Chemical Composition and Canning Quality Attributes of Navy Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cereal Chemistry*, Volume 73, pp. 785-787.

Niba, L. L., 2006. Carbohydrates: Starch. Em: Y. H. Hui, ed. *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. 1 ed. Nova Iorque: Taylor & Francis Group, pp. 3.1-3.14.

Noronha, J. F. d., 2003. *Análise Sensorial-Metodologia*. 1 ed. Coimbra: Escola Superior Agrária de Coimbra.

NP 32771-1:1987, 1987. *Microbiologia Alimentar: Contagem de Bolores e Leveduras. Parte 1: Incubação a 25°C*. Portugal: Instituto Português da Qualidade.

NP 4263:1994, 1994. *Análise Sensorial - Directivas gerais para a concepção dos locais apropriados para análise*, Portugal: Instituto Português da Qualidade.

Ovando-Martínez, M. et al., 2011. Effect of the cooking on physicochemical and starch digestibility properties of two varieties of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under different water regimes. *Food Chemistry*, Volume 129, pp. 358-365.

Palma, J. M. A. F., 2002. *Efeito da data de sementeira e da adubação fosfo-potássica na produção de Grão-de-Bico (Cicer arietinum L.) de outono-inverno*. Lisboa: Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia.

Perdigão, D. M., 2012. Tipos Mais Frequentes de Pesquisa de Marketing. Em: D. M. Perdigão, M. Herlinger & O. M. White, edits. *Teoria e Prática da Pesquisa Aplicada*. 1 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, pp. 304-321.

Pereira, C. D. et al., 2011. *Manual de conservação e transformação de produtos de origem vegetal*. Portugal: Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas.

Pittia, P. & Sacchetti, G., 2008. Antiplasticization effect of water in amorphous foods. A review. *Food Chemistry*, Volume 106, pp. 1417-1427.

Polesi, L. F., 2009. *Amido resistente obtido a partir de amido de leguminosas e seus hidrolisados*. 1 ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Priestley, R., 1978. *Processing and Utilization of Dry Beans. Evaluation of new cultivars.*, Pretoria: National Food Research Institute..

Ramesh, M. N., 2007. Canning and Sterilization of Foods. Em: M. S. Rahman, ed. *Handbook of Food Preservation*. 2 ed. New York: CRC Press, pp. 585-624.

Reyes-Moreno, C. et al., 2000. Optimization of the solid state fermentation process to obtain tempeh from hardened chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Plant Foods for Human Nutrition*, Volume 55, pp. 219-228.

Rios, A. O., Abreu, C. M. P. & Corrêa, A. D., 2003. Efeito da estocagem e das condições de colheita sobre propriedades físicas, químicas e nutricionais de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência e Tecnologia Alimentar*, Volume 23, pp. 39-45.

Rui, J., 2007. *Gorgulho/ Quinta do Sargaçal*. [Online]
Available at: <http://www.sargacal.com/2007/09/09/gorgulho/>
[Acedido em 5 Outubro 2016].

Schmale, I., Wacker, F. L., Cardona, C. & Dorn, S., 2003. Combining parasitoids and plant resistance for the control of the bruchid *Acanthoscelides obtectus* in stored beans. *Journal of Stored Products Research*, Volume 39, pp. 401-411.

Shafei, S. M., Masoumi, A. A. & Roshan, H., 2014. Analysis of water absorption of bean and chickpea during soaking using peleg model. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, Volume 15, pp. 135-144.

Shellie, K. C. & Hosfield, G. L., 1991. Genotype x Environmental Effects on Food Quality of Common Bean: Resource-efficient Testing Procedures. *Journal of American Society of Horticultural Science*, Volume 116, pp. 732-736.

Siddiq, M. & Uebersax, M. A., 2013. *Dry Beans and Pulses*. 1 ed. Iowa: Wiley-Blackwell.

Souza, C. C. d., 2003. *Produção e Suprimento mundial de feijão*. [Online]
Available at: http://www.agrolink.com.br/colunistas/producao-e-suprimento-mundial-de-feijao_4813.html
[Acedido em 21 Setembro 2016].

Stampanoni, C. R. & Noble, A. C., 1991. The influence of fat, acid, and salt on the temporal perception of firmness, saltiness and sourness of cheese analogs. *Journal of Texture Studies*, Volume 22, pp. 381-392.

Stanley, D. W., 1992. A possible role for condensed tannins in bean hardening. *Food Research International*, Volume 25, pp. 187-192.

Stone, H. et al., 1974. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technology*, Volume 28, pp. 25-34.

Teixeira, E., Meinert, E. & Barbeta, P., 1987. Análise sensorial de alimentos. *Florianópolis: Ed. da UFCS*, p. 180.

The Nielsen Company, 2011. *Anuário Nielsen - Food 2010*. s.l.:s.n.

Turhan, M., Sayar, S. & Gunasekaran, S., 2002. Application of Peleg model to study water absorption in chickpea during soaking. *Journal of Food Engineering*, Volume 53, pp. 153-159.

Uebersax, M. A. & Ruengsakulrach, S., 1988. Utilization of Dry Field Beans, Peas and Lentils. Em: T. H. Applewhite, ed. *Proceedings of the World Congress on Vegetable Protein Utilization in Human Foods and Animal Feedstuffs*. 1 ed. Glenview, Illinois: Kraft, Inc., pp. 123-130.

Van Buren, J. P., 1986. Softening of Cooked Snap Beans and Other Vegetables in Relation to Pectins and Salts. Em: M. L. Fishman & J. J. Jen, edits. *Chemistry and Function of Pectins*. Washington: American Chemical Society, pp. 190-199.

Xu, B. J. & Chang, S. K. C., 2008. Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of Eclipse Black Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as Affected by Processing Methods. *Journal of Food Science*, Volume 73, pp. H19-H27.

Yousif, A. M., Kato, J. & Deeth, H. C., 2007. Effect of Storage on the Biochemical Structure and Processing Quality of Adzuki Bean (*Vigna angularis*). *Food Review International*, Volume 23, pp. 1-33.

ANEXOS

Anexo I – Controlo Físico-químico

Calibre Seco (Adaptado de Manual de Ensaios Físico-Químicos – D0406-3)

Definição: A quantidade de sementes por 100 g do vegetal seco.

Aparelhos e utensílios:

1. Balança

Técnica de Análise:

1. Pesar 100g de vegetal seco num prato, previamente tarado
2. Contar a quantidade de sementes de vegetal seco pesado.

Produto Final

Calibre Cozido (Adaptado de Manual de Ensaios Físico-Químicos – D0406-3)

Definição: A quantidade de sementes por 100 g do vegetal cozido

Aparelhos e utensílios

1. Balança

Técnica de Análise

1. Pesar 100g de vegetal cozido num prato, previamente tarado
2. Contar a quantidade de sementes de vegetal cozido pesado.

Peso Escorrido (Adaptado de Manual de Ensaios Físico-Químicos – D0340-05)

Definição: Separação do conteúdo sólido do líquido por meio de peneiro e pesagem.

Aparelhos e utensílios:

1. Balança
2. Peneiros circulares com 20 cm de diâmetro de malha quadrada de 2,8 mm de lado.

Técnica de análise:

1. Abrir o recipiente e despejar todo o conteúdo num peneiro circular, previamente tarado.
2. Inclinar o peneiro segundo um ângulo de 17 a 20°C, sem deslocar o produto para facilitar o escoamento. Deixar escoar durante 2 minutos.
3. Pesar o peneiro com a parte sólida do produto. Para obter o peso escoado, subtrair a tara do peneiro.

pH (Adaptado do Manual de Ensaio Físico-Químico - D0340-03)

Resumo do processo

O pH da amostra é medido potenciométricamente.

Reagentes

1. Soluções tampão padrão pH 4 e 7
2. Água destilada

Aparelhos e utensílios

1. Aparelho de pH
2. Copo de 50ml

Preparação da amostra

1. Para alimentos líquidos deve-se agitar a amostra de forma a ficar bem homogeneizado dentro de um copo.
2. Para alimentos em que se pretenda medir o pH da parte sólida mais líquida, deve triturar-se bem a amostra e homogeneizar dentro de um copo.
3. A amostra deve estar tanto quanto possível, próxima dos 20°C.

Técnica de análise

1. Calibrar o pH para a zona ácida ou alcalina conforme o alimento a analisar, e segundo o procedimento de calibração do respetivo aparelho.
2. O eletrodo deve estar mergulhado em solução de KCl 3M.
3. Lavar o eletrodo com água destilada e secar a cabeça do eletrodo com papel absorvente.

4. Mergulhar o eletrodo (e a sonda de temperatura caso exista) dentro do copo com a amostra, de forma que o diafragma fique completamente mergulhado.
5. Fazer a leitura do valor pH segundo as instruções operatórias do aparelho.
6. Lavar de novo o eletrodo com água destilada e secar a cabeça com papel absorvente.
7. Mergulhar o eletrodo em solução de KCl 3M.

Cloretos (Adaptado do Manual de Ensaio Físico-Químicos - D0340-06)

Resumo do processo

Baseia-se na titulação da amostra com nitrato de prata (AgNO_3).

Reagentes

1. Nitrato de prata (AgNO_3) 1ON
2. Cromato de potássio (KCrO_3) a 5%
3. Água destilada

Aparelhos e Utensílios

1. Balança
2. Erlenmeyers de 250ml
3. Proveta de 5ml
4. Bureta

Preparação da Amostra

1. Pesar para um Erlenmeyer de 250ml entre 1-2g do soluto da amostra.

Técnica de análise

1. Adicionar à amostra, cerca de 100ml de água destilada e agitar.
2. Medir 5ml de cromato de potássio a 5%, numa proveta e juntar à amostra. Agitar.
3. Titular a amostra com o nitrato de prata 1ON até à viragem para o amarelo-torrado.

Resultados

A quantidade de cloretos expressa em % de cloreto de sódio é dada por:

$$\% \text{ Cloretos} = \frac{\text{Volume (ml) nitrato de prata} \times 0.585}{\text{peso da amostra (g)}}$$

Teores Sólidos Solúveis (Adaptado do Manual de Ensaios Físico-Químicos - D0340-02)

Resumo do processo

Baseia-se no facto de que ao aumento da densidade de uma solução, por aumento da concentração de açúcar, corresponde um aumento proporcional do índice de refração. A escala de teores de sólidos solúveis relaciona a concentração de açúcar (sacarose) em %, com o respetivo índice de refração.

Aparelhos e utensílios

1. Refratómetro
2. Papel Absorvente

Técnica de análise

1. Calibrar o refratómetro antes de iniciar as medições, conforme respetivo procedimento de calibração.
2. Lavar com água destilada e limpar com papel absorvente a superfície do prisma do refratómetro.
3. Colocar uma gota de amostra na superfície do prisma do refratómetro e fechar o prisma.
4. Fazer a leitura do valor ° Brix segundo as instruções operatórias do aparelho.

Anexo II – Ficha de Prova

Provador N° _____

NOME: _____ EXT _____

Amostra n° x

1.1 O vegetal que acabei de provar era

Código = ###

1.2 O que achou da amostra que acabou de provar ?

Aspecto Geral : Escuros ☐ Rachados ☐ OK ☐ Manchados ☐ Mistura de Cores ☐ Mistura de C ☐

Cozedura: Empapado ☐ Demasiado ☐ Boa ☐ Pouca ☐ Insuficiente ☐

Sabor: Salgado ☐ Insoço ☐ Normal ☐ Metálico ☐ Mofo ☐

Textura: Muito Rijo ☐ Rijo ☐ Boa ☐ Mole ☐ Desfeita ☐

Partidos: >Metade ☐ +/- Metade ☐ < Metade ☐ Nenhum ☐

Peles: Demasiadas ☐ Aceitável ☐ Poucas ☐ Nenhumas ☐

Calibre: Muito Pequeno ☐ Pequeno ☐ Ok ☐ Grande ☐ Muito Grande ☐

Outras Características: _____

| 1.3 Na seguinte escala como classifica a amostra que provou ? | n°x | 1.4 Agora mais detalhadamente, com base na escala anterior, classifique a amostra quanto às seguintes características. | n°x |
|---|-----|--|-----|
| 7 - EXCELENTE | | GERAL | |
| 6 - MUITO BOM | | COR | |
| 5 - BOM | | ASPECTO | |
| 4 - MÉDIO | | TEXTURA | |
| 3 - SOFRÍVEL | | SABOR | |
| 2 - MEDIOCRE | | PARTIDOS | |
| 1 - MAU | | PELES | |
| | | SAL | |
| | | CALIBRE | |

FASE COMPARATIVA

3.1 Em termos globais, considerando tudo o que lhe agradou ou desagradou em cada uma das amostras. Qual prefere?

| | |
|------------------|--|
| Prefere a n°### | |
| Prefere a n° ### | |
| Prefere a n° ### | |
| Prefere a n° ### | |
| Todas igualmente | |
| Nenhuma | |

3.2 Agora mais detalhadamente, qual das amostras está melhor quanto às seguintes características:

| | n° ### | n° ### | n° ### | n° ### | Todas | Nenhuma |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| COR | | | | | | |
| ASPECTO | | | | | | |
| SABOR | | | | | | |
| TEXTURA | | | | | | |
| PARTIDOS | | | | | | |
| PELES | | | | | | |
| SAL | | | | | | |
| CALIBRE | | | | | | |
| GERAL | | | | | | |

3.3 Se comprasse um vegetal com as características da amostra que preferiu...

| | |
|------------------------------|--------------------------|
| Voltava a comprar | <input type="checkbox"/> |
| Talvez voltasse a comprar | <input type="checkbox"/> |
| Não sei se voltava a comprar | <input type="checkbox"/> |
| Não voltava a compra | <input type="checkbox"/> |

